



## **37<sup>e</sup> congrès annuel de l'AQSSS**

*« Les sols dans la foresterie et l'agriculture urbaine »*

Pavillon Desjardins, Université Laval, Québec

**23-25 mai 2023**

Programme scientifique

## CONSEIL D'ADMINISTRATION 2022-2023

---

- Présidente : **Isabelle ROYER**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3.  
isabelle.royer@agr.gc.ca
- Vice-président : **Rock OUIMET**, Direction de la recherche forestière, Ministère des Ressources & Webmaître naturelles et des Forêts, Québec QC G1P 3W8. rock.ouimet@mffp.gouv.qc.ca
- Trésorière : **Lucie GRENON**, 4974 chemin Godbout, Dunham QC J0E 1M0  
luciegrenon@hotmail.com
- Secrétaire : **Steeve PEPIN**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6.  
steve.pepin@fsaa.ulaval.ca
- Administrateurs : **Jonathan LAFOND**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 2560 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 2J3.  
jonathan.lafond@agr.gc.ca
- Maxime PARÉ**, Université du Québec à Chicoutimi, Département des sciences fondamentales, 555 boul. de l'Université, Chicoutimi QC G7H 2B1.  
maxime.pare@uqac.ca
- Jacynthe DESSUREAULT-ROMPRÉ**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6. jacynthe.dessureault-rompre@fsaa.ulaval.ca
- Membre étudiant : **Raphaël Deragon**, Université Laval, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agroalimentaire, 2480 boul. Hochelaga, Québec QC G1V 0A6.  
raphael.deragon.1@ulaval.ca

## COMITÉ ORGANISATEUR DU CONGRÈS 2023

---

Le conseil d'administration de l'AQSSS

## **Association québécoise de spécialistes en sciences du sol**

---

L'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol est un organisme de bienfaisance enregistré regroupant les personnes intéressées à la science, à l'utilisation, à l'aménagement, à la conservation et à la santé des sols ainsi qu'à l'éducation sur les sols. Elle a pour objectifs de diffuser l'information scientifique, technique et générale relative aux sols et d'éclairer sur tout sujet d'intérêt concernant les sols, une ressource non renouvelable essentielle à la vie.

Toute personne œuvrant en science du sol au Québec peut devenir membre de l'association à condition d'en faire la demande en remplissant la fiche d'inscription disponible sur le site web de l'AQSSS, d'être admise par le comité d'admission et de payer la cotisation annuelle fixée par l'assemblée générale.

## **Membres de l'AQSSS – Prix honorifique**

---

### **PRIX AUGUSTE-SCOTT**

Le prix Auguste-Scott est décerné à un membre de l'AQSSS s'étant distingué par l'ensemble de son œuvre ou une contribution majeure à la science du sol. Cette contribution peut être une publication scientifique, un article de vulgarisation, un rapport scientifique ou technique, une thèse, une action publique ou une autre activité scientifique de type ponctuel dans le domaine des sciences du sol.

Le prix honorifique est constitué d'un trophée-pelle et d'un diplôme souvenir. Les mises en candidature doivent être présentées par un membre au président de l'association, qui est le seul membre non éligible. Le président formera un comité pour l'étude des dossiers et la nomination du récipiendaire. Depuis 2013, un appel de candidatures a lieu en début d'année tous les deux ans.

---

*Auguste Scott (1901-1983) était un éminent pédologue québécois décoré du mérite agronomique. Il a obtenu plusieurs mentions et titres honorifiques. C'est sous l'égide de monsieur Scott que la pédologie a pris son véritable essor au Québec.*

---

## **Étudiants membres de l'AQSSS – Prix**

---

### **PRIX ROGER-BARIL – COMMUNICATION ORALE**

Le prix Roger-Baril est décerné aux meilleures communications orales réalisées par les étudiants membres de l'AQSSS lors du congrès annuel. Ce prix est constitué de trois bourses et de certificats d'attestation de l'AQSSS.

### **PRIX RÉGIS-SIMARD – AFFICHE SCIENTIFIQUE**

Le prix Régis-Simard est décerné aux meilleures affiches scientifiques réalisées par les étudiants membres de l'AQSSS lors du congrès annuel. Cette année, ce prix sera constitué d'une bourse et d'un certificat d'attestation de l'AQSSS.

L'attribution de ces prix a pour objectif de promouvoir la participation des étudiants de deuxième et troisième cycles au congrès et de maintenir un haut niveau de qualité dans la présentation de conférences et d'affiches scientifiques. L'évaluation des communications orales ainsi que des affiches scientifiques est effectuée par des comités d'évaluation formés de membres de l'AQSSS.

---

*Roger Baril (1916-2007), agronome-pédologue de 1940 jusqu'en 1962, où il devint professeur et chercheur en pédologie au département des sols de la faculté d'agriculture de l'Université Laval jusqu'en 1984. Les enseignements de M. Baril ont contribué à former plusieurs agronomes-pédologues au Québec. Il fut le premier membre honoraire de l'AQSSS.*

*Régis Simard (1956-2002), agronome, pédologue puis chercheur engagé à la promotion de la science du sol. Il a été particulièrement actif au niveau de la recherche en chimie-fertilité du sol. Ses travaux ont eu des répercussions importantes, entre autres, sur notre compréhension de la capacité des sols à retenir le phosphore. Régis Simard a participé activement à l'AQSSS. Il en a été le président en 1991, 1992 et 1996.*

---

**Les prix de l'AQSSS seront remis à la fin de la journée du 24 mai durant le banquet.**

## HISTORIQUE DES ASSEMBLÉES GÉNÉRALES, DES PRÉSIDENTS, DES CONGRÈS ET DES ÉVÉNEMENTS

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Événements
			Chicoutimi	ACFAS mai <b>1985</b> , Chicoutimi	Prémices
			Montréal	ACFAS mai <b>1986</b> , Montréal	Fondation
1	27 oct. 1987	Marton Tabi	Saint-Hyacinthe	ACFAS mai 1987, Ottawa <b>Utilisation rationnelle des sols</b>	Naissance
2	24 mai 1988	Fernand Pagé	Sainte-Foy	ACFAS 10-11 mai 1988, Moncton <b>Les sols organiques, un milieu de culture à découvrir et à exploiter</b>	Établissement
3	3 mai 1989	Fernand Pagé	Sainte-Foy	ACFAS 17 mai 1989, Montréal <b>La fertilisation intégrée des cultures : Une approche à développer</b>	Consolidation
4	25 oct. 1990	Claude Camiré	Saint-Lambert	AQSSS 14-17 mai 1990, Sainte-Foy <b>Le dépérissement des érablières : Causes et solutions possibles</b>	Indépendance
5	7 oct. 1991	Régis Simard	Drummondville	Colloque conjoint AQSSS-CPVQ <b>Les amendements organiques et la productivité du sol</b>	Diffusion
6	5 oct. 1992	Régis Simard	Beaupré	<b>La qualité des sols</b>	Expansion
7	12 oct. 1993	Léon-Étienne Parent	Sainte-Anne-de-Bellevue	<b>La science du sol dans la dynamique environnementale</b>	Prise de position
8	11 oct. 1994	Léon-Étienne Parent	Lennoxville	<b>La variabilité spatio-temporelle des propriétés du sol</b>	Premier mémoire
9	27 juil. 1995	Léon-Étienne Parent	Saint-Lambert	Congrès AQSSS-SCSS, Sainte-Foy <b>Dynamique des éléments dans les écosystèmes terrestres</b>	HA HA HA ... en russe svp
10	16 oct. 1996	Régis Simard	Saint-Hyacinthe	<b>Les nouveaux défis en sciences du sol</b>	Organisme de bienfaisance enregistré
11	25 août 1997	Denis Côté	Lac-Beauport	Congrès conjoint AQSSS-ORSTOM <b>Le sol et l'eau : deux ressources à gérer en interrelations</b>	Statuts 97
12	4 août 1998	Richard Beaulieu	Sainte-Foy	Congrès AQSSS-NEFSC (U. Laval) <b>La science du sol au service du développement durable en foresterie et en agriculture</b>	Site web de l'AQSSS
13	17 août 1999	Rock Ouimet	Sainte-Anne-de-Bellevue	<b>La qualité des sols : du concept à la réalité</b>	Sol emblème
14	31 nov. 2000	Rock Ouimet	Forêt Montmorency	<b>La durabilité des ressources agricoles et forestières</b>	Concours Le choix d'un sol emblème
15	22 août 2001	Rock Ouimet	La Pocatière	<b>L'utilisation des sols et la ruralité</b>	Le livre LES SOLS par Auguste Scott
16	12 juin 2002	Rock Ouimet	Normandin	<b>Les écosystèmes agricole et forestier du pré-nord</b>	Comité Promotion des sols et de l'AQSSS
17	10 juin 2003	Rock Ouimet	Sherbrooke	<b>Le sol et la biodiversité</b>	Livre Les Sols et site web renouvelé

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Événements
18	8 juin 2004	Rock Ouimet	Baie-Saint-Paul	<b>La recherche en sol : où en sommes-nous ?</b>	Table ronde au congrès
19	15 juin 2005	Rock Ouimet	Saint-Ignace-de-Standbrige	<b>Utilisons-nous nos sols adéquatement ?</b>	Infosol et site web AQSSS
20	6 juin 2006	Martin Chantigny	Montréal	<b>L'urbanisation et les sols</b>	Table ronde devient Forum
21	4 juin 2007	Martin Chantigny	Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier	Congrès AQSSS-SCSS <b>Les sols en milieux froids</b>	Comité ad hoc Sol emblème Sainte-Rosalie
22	3 juin 2008	Martin Chantigny	Saint-Georges-de-Beauce	<b>Utilisation et productivité des sols négligés</b>	Programme bourse AFES - AQSSS
23	20 mai 2009	Martin Chantigny	Saint-Paulin	<b>La rivière, reflet de la gestion des terres</b>	Comité ad hoc Projet Global Soil Map
24	1 juin 2010	Martin Chantigny	Oka	Congrès AQSSS-SPPQ <b>Vers des systèmes sol-plante sains et durables</b>	Avenir de la pédologie au Québec
25	25 mai 2011	Anne Vanasse	Wendake	<b>Les sciences du sol au 21<sup>e</sup> siècle : Défis à relever pour une ressource à préserver</b>	Site Web, un renouveau!
26	4 juin 2012	Gilles Gagné	Lac-Beauport	Congrès AQSSS-SCSS <b>Les sols sous un climat en évolution : amis ou ennemis ?</b>	Inscription au congrès en ligne
27	28 mai 2013	Gilles Gagné	Chicoutimi Saguenay	<b>Les sols à bout de souffle ?</b>	Programme bourses de participation à des congrès
28	27 mai 2014	Gilles Gagné	Victoriaville	<b>Qualité des sols et productivité des cultures</b>	Avenir de la pédologie au Québec
29	6 juillet 2015	Gilles Gagné	Montréal	Congrès ISMOM-SCSS-AQSSS 2015 <b>Importance des interfaces du sol pour un développement durable / Soil Interfaces for Sustainable Development</b>	Année internationale des sols
30	31 mai 2016	Gilles Gagné	Québec	<b>Les 30 ans de l'AQSSS, vers de nouveaux horizons en sciences du sol</b>	Programme éducatif SOL'ERE
31	30 mai 2017	Gilles Gagné	Trois-Rivières	<b>Valorisation des sols et biodiversité</b>	Programme bourses de participation à des congrès internationaux
32	13 juin 2018	Isabelle Royer	Québec	Congrès avec NAFSC-ISFS <b>Écologie des sols et agroforesterie</b>	Une première dans le Vieux-Québec en compagnie des forestiers
33	12 juin 2019	Isabelle Royer	Abitibi-Témiscamingue	<b>À la découverte des sols de l'Abitibi-Témiscamingue</b>	Première fois dans cette belle lointaine région et compensations des émissions de GES de l'autocar
34	5 novembre 2020	Isabelle Royer	Virtuelle	<b>Les pesticides dans les sols : bilan et alternatives</b> ANNULÉ	Première AGA virtuelle en raison de l'annulation du congrès annuel dû à la Covid-19.
35	8 décembre 2021	Isabelle Royer	Virtuelle	<b>Terre à terre en virtuel (6-8 juin 2021)</b>	Premier congrès virtuel
36	8 décembre 2022	Isabelle Royer	Virtuelle	<b>SOLlicitons nos sols face aux changements climatiques (7-9 juin 2022)</b>	Deuxième congrès virtuel

An	Assemblée générale	Président	Lieu	Thème du congrès	Événements
37	24 mai 2023	Isabelle Royer	Québec	Les sols dans la foresterie et l'agriculture urbaine	Premier congrès hybride

## RÉCIPIENDAIRES DU PRIX AUGUSTE-SCOTT ET MEMBRES HONORAIRES

An	Année	Auguste-Scott	Affiliation	Membre honoraire	Affiliation
	1985				
	1986				
1	1987				
2	1988	Thi Sen Tran	MAPAQ	Roger Baril	Université Laval
3	1989	Marcel Giroux	MAPAQ		
4	1990	Fernand Pagé	MAPAQ	Sylvio Bourget	AAC
5	1991	Christian de Kimpe	AAC	Lauréan Tardif	MAPAQ
6	1992	Angus F. Mackenzie	McGill University		
7	1993	Michel Nolin	AAC		
8	1994	Denis Côté	MAPAQ		
9	1995	Marton Tabi	MAPAQ		
10	1996	Léon-Étienne Parent	Université Laval		
11	1997	Régis Simard	AAC		
12	1998	Lucien Bordeleau	Biolistik Ltée		
13	1999	Adrien N'dayegamiye	IRDA		
14	2000	Marc Laverdière	Université Laval		
15	2001	Lucie Grenon	AAC	Thi Sen Tran	IRDA
16	2002	Claude Camiré	Université Laval		
17	2003	Denis Angers	AAC	Marton Tabi	MAPAQ
18	2004				
19	2005	André Brunelle	MAPAQ		
20	2006	Rock Ouimet	MFFP		
21	2007	Antoine Karam	Université Laval		
22	2008	Gérard Laflamme	IRDA		
23	2009	Michel P. Cescas	Université Laval		
24	2010	Guy Mehuys	McGill University		
25	2011	Luc Lamontagne	AAC		
26	2012			Michel Nolin	AAC
27	2013	Hani Antoun	Université Laval		
28	2014				
29	2015	Jean Caron	Université Laval		
30	2016				
31	2017	Martin Chantigny	AAC		
32	2018				
33	2019	Joann Whalen	McGill University		
34	2020			Léon-Étienne Parent	Université Laval
35	2021				
36	2022				

AAC : Agriculture et Agroalimentaire Canada

IRDA : Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

MAPAQ : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

MFFP : ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec

## RÉCIPIENDAIRES DES PRIX ET DES BOURSES

An	Année	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS (1996-2002) Prix Régis-Simard 2003-	Bourse AFES 2009- Bourse SCSS 2014- Bourse internat. 2018-	Bourse AQSSS
5	1991	Daniel Avon <sup>UL</sup>			
6	1992	Martin Chantigny <sup>UL</sup>			
7	1993	Bernard Pelletier <sup>UMcG</sup>			
8	1994	Robert Bradley <sup>UMcG</sup>			
9	1995	Isabelle Royer <sup>UL</sup>			
10	1996	1. Jean-Pierre Mvondo Awonno <sup>UL</sup> 2. Mauro Pezzente <sup>UMcG</sup> 3. Isabelle Breune <sup>UL</sup>	Noura Ziadi <sup>UL</sup>		
11	1997	1. Louis Duchesnes <sup>UL</sup> 2. François Marquis <sup>UL</sup> 3. Jacinda Richman <sup>UMcG</sup>	Annie Clark <sup>UdeS</sup>		
12	1998	1. Marie-André Saint-Pierre <sup>UL</sup> 2. Rebecca Tremblay <sup>UL</sup> 3. Sonja Kosuta <sup>UMcG</sup>	Benoît Hamel <sup>UQAM</sup>		
13	1999	1. Caroline Côté <sup>UdeM</sup> 2. Catherine Périé <sup>UL</sup> 3. Bernard Pelletier <sup>UMcG</sup>			
14	2000	1. François Marquis <sup>INRS</sup> 2. Jacques Langlois <sup>UMcG</sup> 3. Louis Hudon <sup>UL</sup>	Danya Brisson <sup>UL</sup>		
15	2001	1. Martin Lavoie <sup>UdeS</sup> 2. Jacques Langlois <sup>UMcG</sup> 3. Richard Jeannotte <sup>UMcG</sup>			
16	2002	1. Jacques Langlois <sup>UMcG</sup> 2. Frank Grenon <sup>UdeS</sup> 3. Jacynthe Dessureault-Rompré <sup>UL</sup> Richard Jeannotte <sup>UMcG</sup>	Habiba Ben Mansour <sup>UL</sup>		
17	2003	1. Marie Bipfubusa <sup>UL</sup> 2. Benoît Lapointe <sup>UdeS</sup> 3. Rosalbina Gomez <sup>UL</sup> Karine Prévost <sup>UdeS</sup>	Gilles Joanisse <sup>UdeS</sup>		
18	2004	1. Alicia Moreno <sup>INRS</sup> 2. Renée Lalancette <sup>UL</sup> 3. David Vallières <sup>UL</sup>	Luc Michelot Casséus <sup>UL</sup>		
19	2005	1. Cargele Nduwanungu <sup>UL</sup> 2. Karine Therrien <sup>UL</sup> Vincent Poirier <sup>UL</sup>	Arnaud De Coninck <sup>UL</sup> Sébastien Lange <sup>UL</sup>		
20	2006	1. Kevin Tiessen <sup>UMcG</sup> 2. Nikita Erikson-Hamel <sup>UMcG</sup> 3. Vincent Poirier <sup>UL</sup>	Anaïs Charles <sup>UL</sup>		
21	2007	1. Kevin Tiessen <sup>UMcG</sup> 2. Julie Guérin <sup>UL</sup> 3. Pierre-Antoine Gilbert <sup>UL</sup>	Mustapha Bakry <sup>UL</sup> Karine Vézina <sup>UdeS</sup>		
22	2008	1. Julie Guérin <sup>UL</sup> 2. Vincent Leblanc <sup>UL</sup> 3. Karine Labrecque <sup>INRS</sup>	Irina Compte <sup>UQAM</sup>		
23	2009	1. Marie-Hélène Perron <sup>UL</sup> 2. Jérôme Laganière <sup>UQAM</sup> 3. Aimé Jean Messiga <sup>UL</sup>	Dalel Abdi <sup>UL</sup> Mathieu Quenum <sup>UL</sup>	Aimé Jean Messiga <sup>UL</sup> AFES	

## RÉCIPIENDAIRES DES PRIX ET DES BOURSES (suite)

An	Année	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS (1996-2002) Prix Régis-Simard 2003-	Bourse AFES 2009- Bourse SCSS 2014- Bourse internat. 2018-	Bourse AQSSS
24	2010	1. Éliane Bergeron Piette <sup>UL</sup> 2. Vicky Lévesque <sup>UL</sup> 3. Marcio Martins <sup>UEPB</sup>	Aimé Jean Messiga <sup>UL</sup>		
25	2011	1. Vincent Poirier <sup>UMcG</sup> 2. Loïc D'Orangeville <sup>UMcG</sup> 3. Sébastien Marchand <sup>UL</sup>	Gregory Musset <sup>INRA</sup>		
26	2012	1. Loïc D'Orangeville <sup>UMcG</sup> 2. Yann Périard <sup>UL</sup> 3. Émilie Maillard <sup>UL</sup>	Ezequiel Miola <sup>UFSMB</sup>	Tarek Rouissi <sup>INRS</sup> <i>AFES</i>	
27	2013	1. Caroline Halde <sup>UofM</sup> 2. Thomas Jeanne <sup>UL</sup>	Dalel Abdi <sup>UL</sup>		Dalel Abdi <sup>UL</sup> Anaïs Charles <sup>UL</sup> Vincent Pelletier <sup>UL</sup> Claudia Sylvain <sup>UL</sup>
28	2014	1. Marie-Noëlle Thivierge <sup>UL</sup> 2. Diane Bulot <sup>UL</sup> 3. Valérie Lecomte <sup>UdeS</sup>	Vincent Pelletier <sup>UL</sup>	Dalel Abdi <sup>UL</sup> <i>AFES</i> Valérie Lecomte <sup>UdeS</sup> <i>SCSS</i>	Alexey Kastuychik <sup>UL</sup> Diane Bulot <sup>UL</sup> Valérie Lecomte <sup>UdeS</sup>
29	2015	1. Lili Perreault <sup>UQAT</sup> 2. Mathieu Vaillancourt <sup>UL</sup> 3. Vicky Lévesque <sup>UL</sup>	Yann Périard <sup>UL</sup>		Vicky Lévesque <sup>UL</sup> Mélanie Aubin <sup>UQAC</sup> Mathieu Vaillancourt <sup>UL</sup> Martine Fugère <sup>UdeS</sup>
30	2016	1. Emmanuelle D'Amours <sup>UL</sup> 2. Yann Périard <sup>UL</sup> 3. Joanie Piquette <sup>UQAC</sup>	Laurence Gendron <sup>UL</sup>	Nody Civil <sup>UL</sup> <i>AFES</i>	Catherine Tremblay <sup>UQAC</sup> Joanie Piquette <sup>UQAC</sup> Mélissa Quinche <sup>UL</sup> Yann Périard <sup>UL</sup> Haixiao Li <sup>UL</sup>
31	2017	1. Josée-Anne Lévesque <sup>UQAC</sup> 2. Élodie Larouche <sup>UdeM</sup> 3. Jean-Pascal Matteau <sup>UL</sup>	Benoît Bérubé <sup>UL</sup>	Joanie Piquette <sup>UQAC</sup> <i>SCSS</i>	Xavier Plante <sup>UQAC</sup> Catherine Tremblay <sup>UQAC</sup> Jean-Pascal Matteau <sup>UL</sup> Wilfried Dossou-Yovo <sup>UL</sup>
32	2018	1. Jean-Baptiste Floc'h <sup>UdeM</sup> 2. Karolane Bourdon <sup>UL</sup> 3. Stéphanie Houde <sup>UL</sup> Clément Chedzer-Clarc <sup>UL</sup>	Samuel Gagné <sup>UL</sup>	Stéphanie Houde <sup>UL</sup> <i>Intl.</i> Catherine Tremblay <sup>UQAC</sup> <i>AFES</i>	Cindy Denoncourt <sup>UL</sup> Stéphanie Houde <sup>UL</sup> Claude-Alla Joseph <sup>UL</sup> Cedrick V. Guedessou <sup>UL</sup>
33	2019	1. Cindy Denoncourt <sup>UL</sup> 2. Karolane Bourdon <sup>UL</sup>	Nicolas Martin <sup>UL</sup> Mohammed Henneb <sup>UQAT</sup>	Chih-Yu Hung <sup>UMcG</sup> <i>Intl.</i> Cindy Denoncourt <sup>UL</sup> <i>SCSS</i>	Cindy Denoncourt <sup>UL</sup> Julie Forest-Drolet <sup>UL</sup> Karolane Bourdon <sup>UL</sup>
34	2020			Marie-Élise Samson <sup>UL</sup> <i>Intl.</i> Léa Farrier <sup>UL</sup> <i>SCSS</i>	
35	2021	1. Raphaël Deragon <sup>UL</sup> 2. Anthony Pelletier <sup>UQAC</sup> 2. Ana Maria Quiroga Arcila <sup>UL</sup> 3. Karolane Bourdon <sup>UL</sup>	Pablo Raguet <sup>INRAE-UL</sup>		
36	2022	1. Raphaël Deragon <sup>UL</sup> 2. Louis-Étienne Lessard <sup>UL</sup> 3. Karolane Bourdon <sup>UL</sup>	Félix L'Heureux-Bilodeau <sup>UL</sup>	Krisztina Mosdossy <sup>UMcG</sup> <i>Intl. (SSSA)</i> Louis-Étienne Lessard <sup>UL</sup> <i>SCSS</i>	



## RÉCIPIENDAIRES DES PRIX ET DES BOURSES (suite)

An	Année	Prix Roger-Baril 1991-	Prix AQSSS (1996-2002) Prix Régis-Simard 2003-	Bourse AFES 2009- Bourse SCSS 2014- Bourse internat. 2018-	Bourse AQSSS
37	2023			Joannie D'Amours <sup>UL</sup> <i>AFES</i> Anthony Pelletier <sup>UQAC</sup> <i>SCSS</i>	Kasandra Bradette <sup>UQAC</sup> Michaël Brière <sup>UL</sup> Karolane Bourdon <sup>UL</sup> Raphaël Deragon <sup>UL</sup>

INRA; Institut national de la recherche agronomique, France  
 INRS : Institut national de la recherche scientifique  
 UdeM : Université de Montréal  
 UdeS : Université de Sherbrooke  
 UEPB : Universidade Estadual Paulista, Brésil  
 UFSMB : Université Fédérale de Santa Maria, Brésil

UL : Université Laval  
 UofM : Université du Manitoba  
 UMcG : Université McGill  
 UQAC : Université du Québec à Chicoutimi  
 UQAM : Université du Québec à Montréal  
 UQAT : Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

37<sup>e</sup> congrès annuel de l'AQSSS du 23 au 25 mai 2023

« *Les sols dans la foresterie et l'agriculture urbaine* »

Pavillon Desjardins, Université Laval, Québec

LES CONGRÈS ANNUELS DE L'AQSSS SONT DES ACTIVITÉS DE FORMATION  
ACCREDITÉES PAR L'ORDRE DES AGRONOMES DU QUÉBEC

**SOMMAIRE DU PROGRAMME**

	Mardi 23 mai	Mercredi 24 mai	Jeudi 25 mai
Matinée	<p>Amphithéâtre Hydro-Québec 8h00 – 8h40. <b>Inscription</b></p> <p>8h45 – 12h00. <b>Forum</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les sols dans la foresterie et l'agriculture urbaine</li> </ul> <p><b>Conférenciers invités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alison Munson, U. Laval</li> <li>• Eric Duchemin, U. du Québec à Montréal</li> <li>• Marc Hébert, Expert-conseil et formateur</li> </ul>	<p>Amphithéâtre Hydro-Québec 8h30 – 8h45. <b>Inscription</b></p> <p>8h45 – 12h00. <b>Sessions de présentations orales</b></p>	<p>8h00 – 17h00. <b>Tournée post-congrès</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jardins du Parlement</li> <li>• Les Urbainculteurs, Jardins du Bassin Louise</li> <li>• Tourbière de la Base de Plein air de Sainte-Foy</li> <li>• Dîner – Base de Plein air de Sainte-Foy</li> <li>• Ferme de recherche de Saint-Augustin (AAC-U. Laval)</li> </ul>
Midi	12h00 – 13h15. <b>Dîner</b>	12h00 – 13h15. <b>Dîner</b>	
Après-midi	<p>13h15 – 14h30. <b>Session d'affiches</b></p> <p>14h30 – 16h15. <b>Sessions de présentations orales</b></p>	<p>13h15 – 14h30. <b>Session d'affiches</b></p> <p>14h30 – 16h15. <b>Sessions de présentations orales</b></p>	
Soirée	<p>16h45 – 19h00. <b>Assemblée générale de l'AQSSS au Pub universitaire de U. Laval – Pavillon Desjardins</b></p> <p>19h00. <b>Souper libre sur place</b></p>	<p>17h00 – 19h00. <b>5 à 7 Visite des jardins du Domaine Cataraqui</b></p> <p>19h00 – 23h00. <b>Banquet et remise des prix de l'AQSSS</b></p>	

Le comité organisateur se réserve le droit de changer l'horaire et les activités.  
Si des changements ont lieu, nous vous en ferons part par courriel et sur notre site Web.

Pour de plus amples détails, visitez [www.aqss.com](http://www.aqss.com)

**Mardi 23 mai 2023 – AM**

---

**8h00 – 8h40**

INSCRIPTION

Pavillon Desjardins – Amphithéâtre Hydro-Québec

---

**8h40 – 8h45**

OUVERTURE

Isabelle Royer, présidente de l'AQSSS

---

**8h45 – 12h00**

FORUM – Amphithéâtre Hydro-Québec

*Modérateur : Rock Ouimet*

8h45 **L'activité souterraine de la ville ou comment améliorer les substrats pour les arbres urbains**

ALISON D. MUNSON, JANANI SIVARAJAH, ANTONIOUS PETRO, VINCENT POIRIER, ÉLISE BEAUREGARD

9h30 **L'agriculture urbaine et le sol : création d'un technosol urbain pour de la production maraîchère sur toit ou sur des espaces minéralisés**

ÉRIC DUCHEMIN

10h15 **PAUSE**

10h30 **Reportages de la SRC sur les biosolides et les PFAS: *la protection du public a-t-elle été bien servie ?***

MARC HÉBERT

11h15 **DISCUSSION**

---

**12h00 – 13h15**

DÎNER

Salle : Corridor près de l'Amphithéâtre Hydro-Québec

---

13h15 – 14h30

SESSION D’AFFICHES – 1<sup>re</sup> présentation

Salle : ADJ-3342 – Pavillon Desjardins

1. **Les changements climatiques affecteront davantage la teneur en matière organique des sols dans les régions plus froides du Québec**  
MARC-OLIVIER GASSER, GAËTAN MARTINELLI, TAHMID HUQ EASHER, ASIM BISWAS
2. **Effets des indicateurs de la santé des sols et du climat sur la productivité de trois cultures**  
EDUARDO CHAVEZ BENALCAZAR, MARC-OLIVIER GASSER, MICK WU, JEAN-BENOIT MATHIEU
3. **Application de coquilles d’œufs de poules broyées dans un sol anthropisé acide pour la production de biomasse d’avoine**  
RAGHAD SOUFAN, ANTOINE KARAM, AHMED AAJJANE, DAMASE KHASA
4. **Croissance du saule dans un sol riche en éléments traces métalliques amendé par du soufre élémentaire**  
BOCAR A. DIALLO, ANTOINE KARAM, RAGHAD SOUFAN, AHMED AAJJANE, ALFRED JAOUICH
5. **Distance fetch dans un champ de sol organique**  
\*ANDRES FELIPE SILVA-DIMATE, ALAIN ROUSSEAU, JEAN CARON
6. **Implications agronomiques de l’intégration de pratiques de conservation dans la culture du maïs grain**  
\*AUDREY-KIM MINVILLE, NOURA ZIADI, ATHYNA CAMBOURIS, JEAN LAFOND, MARTIN CHANTIGNY, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ
7. **L’incidence du travail du sol sur les émissions d’oxyde nitreux dans les sols agricoles canadiens : une méta-analyse**  
JEAN-PASCAL MATTEAU, DAVID PELSTER, RICH FARRELL, GUILLERMO HERNANDEZ RAMIREZ
8. **Simulation par une approche participative de l’effet de systèmes agroécologiques sur les stocks de carbone des sols**  
GUILLAUME JÉGO, SYLVESTRE DELMOTTE, MARIANNE CREPEAU, YASMINA LARBI-YOUCF, MARTIN CHANTIGNY, BUDONG QIAN

9. **Procédure d'évaluation de la hauteur des plants de pommes de terre à l'aide d'un drone RVB et d'un système d'information géographique (SIG)**  
MARC DUCHEMIN, ATHYNA N. CAMBOURIS
10. **Effets des méthodes de destruction des cultures de couverture sur la santé des sols et le rendement des cultures maraîchères subséquentes**  
\*MICHAËL BRIÈRE, VALÉRIE GRAVEL, ÉMILIE MAILLARD, RICHARD HOGUE, DENIS ANGERS, MARIE-ÉLISE SAMSON, CAROLINE HALDE
11. **Émissions de N<sub>2</sub>O émanant des fertilisants organiques et inorganiques en utilisant des pratiques 4B et d'autres approches de conservation de l'azote dans les fermes du Québec**  
HICHAM BENSLIM, JOANN WHALEN, LOTFI KHIARI
12. **Changes in soil phosphorus availability in response to dairy manure application and soil moisture regimes**  
THIDARAT RUPNGAM, AIMÉ JEAN MESSIGA, ANTOINE KARAM
13. **Enzyme activity response to dairy slurry application in agricultural soils under waterlogging conditions**  
THIDARAT RUPNGAM, AIMÉ JEAN MESSIGA, ANTOINE KARAM

**Mardi 23 mai 2023 – PM**

---

**14h30 – 16h15**

SESSION I – Biodiversité et microbiome du sol

Modérateur : Isabelle Royer

Amphithéâtre Hydro-Québec

- 14h30 **Évolution de la biomasse racinaire de prairies pendant les quatre années suivant leur établissement**  
MARIE-NOËLLE THIVIERGE, CHANTAL LACHANCE, STÉPHANIE HOUDE, MARTIN CHANTIGNY, ÉMILIE MAILLARD, MOHAMED TAHER KHECHINE, MIREILLE THÉRIAULT, CAROLINE HALDE, GILLES BÉLANGER, DENIS ANGERS
- 14h45 **L'arrière-effet des cultures et des engrais organiques sur le microbiome et le potentiel fonctionnel du sol**  
MARY-CATHRINE LEEWIS, JOSEE MICHAUD, EMMANUELLE D'AMOURS, ÉMILIE MAILLARD, MARIE-NOËLLE THIVIERGE

- 15h00 **Optimisation des cultures intercalaires pour la préservation des communautés de champignons mycorhiziens arbusculaires dans les champs de Brassicacées**  
JACYNTHÉ MASSE, MERLIN CARON, PIERRE-LUC CHAGNON, FRANCK STEFANI
- 15h15 **PAUSE**
- 15h45 **Le microbiome des sols agricoles du Québec: Une nouvelle base de données de référence pour améliorer l'évaluation de la qualité des sols**  
\*THOMAS JEANNE, RICHARD HOGUE, ELMER IQUIRA, JOËL D'ASTOUS-PAGÉ, ARNAUD DROIT
- 16h00 **Le microbiome des sols agricoles du Québec: Utilisation de la base de données de référence EESSAQ pour le suivi de la santé des sols en production de pommes de terre**  
JOËL D'ASTOUS-PAGÉ, THOMAS JEANNE, ELMER IQUIRA, RICHARD HOGUE

---

**Mardi 23 mai 2023 – FIN PM**

---

**16h45 – 19h00**

Pub Universitaire du Pavillon Desjardins de l'Université Laval  
**5 à 7 - ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE L'AQSSS**

**Soirée**

Souper libre sur place

---

Mercredi 24 mai 2023 – AM

---

8h30 – 8h45

INSCRIPTION

Pavillon Desjardins – Amphithéâtre Hydro-Québec

---

8h45 – 12h00

SESSION II – Gestion des sols et de l'environnement

Modérateur : Maxime Paré

Amphithéâtre Hydro-Québec

- 8h45 **Évolution de la santé des sols du Québec entre 1990 et 2020**  
JEAN-BENOIT MATHIEU, MARC-OLIVIER GASSER, EDUARDO CHAVEZ,  
NYCK R. OCCÉAN
- 9h00 **Réponse à court terme d'indicateurs de santé du sol à des pratiques de gestion associées à la production laitière dans l'Est du Canada**  
ÉMILIE MAILLARD, MARTIN CHANTIGNY, ERIN SMITH, KEITH D. FULLER,  
ANDREW VANDERZAAG, ED GREGORICH, MARIE-ÉLISE SAMSON, DAVID  
PELSTER, DENIS ANGERS, MARIE-NOËLLE THIVIERGE
- 9h15 **Santé des sols et émissions de N<sub>2</sub>O dans les systèmes de corridors solaires avec cultures de couverture intercalaires dans des sols de deux textures contrastées**  
CAROLINE HALDE, LAURENCE DUROCHER, JOANNIE D'AMOURS, SAMUEL  
GAGNÉ, YOSRA MENCHARI, IBRAHIMA BOCOUM, MARTIN CHANTIGNY,  
MARIE-NOËLLE THIVIERGE, DENIS ANGERS, ÉMILIE MAILLARD, DAVID  
PELSTER
- 9h30 **La texture du sol explique ses pertes de C et N causées par la récolte des arbres en entier en forêt boréale**  
ROCK OUMET, NATHALIE KORBOULEWSKY, ISABELLE BILGER
- 9h45 **Substitution de la tourbe par de l'écorce de bouleau pour la production de plants d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) en pépinières forestières**  
\*KASANDRA BRADETTE, CHARLES MARTY, MAXIME C. PARÉ
- 10h00 **PAUSE**

10h30 **Paillis de plastique utilisé pour produire du maïs à ensilage au Saguenay–Lac-Saint-Jean : nature chimique et étendue d'utilisation**  
MAXIME C. PARÉ, RAMZI ZARROUGUI, OLIVIER MORISSETTE, MAXIME BOIVIN

10h45 **Développement d'un outil de gestion du bilan de masse du phosphore : application au bassin versant transfrontalier de la Rivière de la Roche**  
AUBERT MICHAUD, MOHAMED ABOU NIANG, MIREILLE SAWADOGO, COLLINE GOMBAULT, ARIANNE BLAIS-GAGNON

### SESSION III – Conservation et fertilité des sols

Modératrice : Jacynthe Dessureault-Rompré

Amphithéâtre Hydro-Québec

11h00 **Révision de la recommandation en cuivre comme stratégie de conservation des sols organiques cultivés**  
\*KAROLANE BOURDON, JOSÉE FORTIN, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, JEAN CARON

11h15 **Suivi à moyen terme du pH et du PKCaMg des sols de bleuétière à la suite de différentes pratiques culturales**  
JEAN LAFOND, MAXIME C. PARÉ

11h30 **Indices de réponse à la fertilisation azotée du maïs grain et influence des indicateurs de santé des sols**  
\*JOSSELIN BONTEMPS, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ, THIAGO GUMIERE, GABRIEL DESLAURIERS, ALAIN N. ROUSSEAU

11h45 **Influence de la santé des sols sur la productivité et la réponse des cultures aux engrais**  
NYCK R. OCCÉAN, MARC-OLIVIER GASSER, JEAN-BENOIT MATHIEU



**Mercredi 24 mai 2023 – PM**

---

**12h00 – 13h15**

**DÎNER**

Salle : Corridor près de l'Amphithéâtre Hydro-Québec

---

**13h15 – 14h30**

**SESSION D’AFFICHES – 2<sup>e</sup> présentation**

Salle : ADJ-3342 – Pavillon Desjardins

---

**14h30 – 16h15**

**SESSION IV – Variabilité spatiale et physique des sols**

**Modérateur : Steeve Pepin**

**Amphithéâtre Hydro-Québec**

- 14h30 **Delineating site specific management zones using soil apparent electrical conductivity to improve nitrogen management**  
\*BILAL JAVED, ATHYNA N. CAMBOURIS, MARC DUCHEMIN, NOURA ZIADI, ANTOINE KARAM
- 14h45 **Soil management zone delineation comparison between ISODATA and MZA algorithms**  
\*DAVID A. RAMIREZ GONZALEZ, ATHYNA N. CAMBOURIS, MARC DUCHEMIN, SHELDON HANN, MANPHOOL S. FAGERIA, YVES LECLERC, KAREM CHOKMANI
- 15h00 **Étude des propriétés physicochimiques des couches de sol coprogène afin d’orienter l’usage de capteurs proximaux en sols organiques cultivés**  
\*RAPHAËL DERAGON, NICHOLAS LEFEBVRE, DANIEL SAURETTE, BUDIMAN MINASNY, JEAN CARON
- 15h15 **PAUSE**
- 15h45 **La condition physique des sols du Québec révélée dans l’Étude sur l’état de santé des sols agricoles**  
MARC-OLIVIER GASSER, JEAN-BENOÎT MATHIEU, EDUARDO CHAVEZ, NYCK R. OCCÉAN
- 16h00 **Santé physique des sols: des sols de plus en plus compacts en production intensive**  
JEAN CARON, VINCENT GRÉGOIRE, ALAIN N. ROUSSEAU, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ, THIAGO GUMIERE, HOSSEIN BONAKDARI

**17h00 – 19h00**

---

**Domaine Cataract – L'Atelier du peintre  
5 à 7 Visite guidée des jardins et apéro (bar payant)**

**19h00**

**Banquet et remise des prix de l'AQSSS**

---

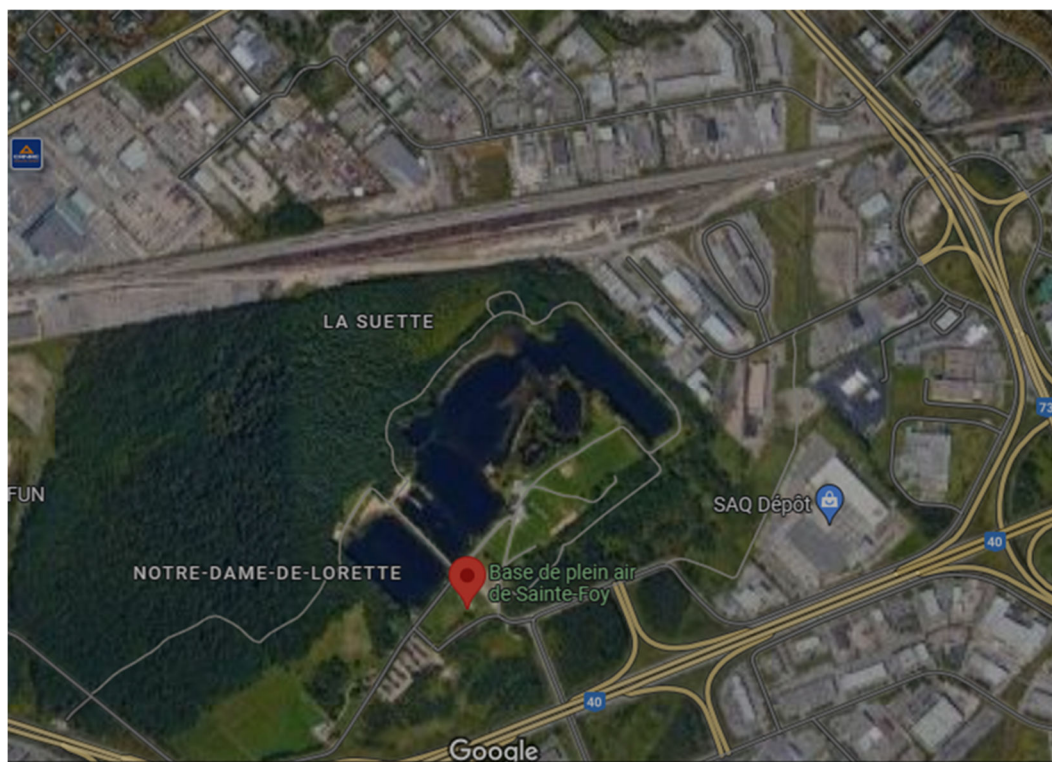
**Jeudi 25 mai 2023**

**8h00 – 17h00**

**Tournée post-congrès**

	Carte	<a href="#">Pavillon Alphonse-Desjardins (ADJ) - Université Laval à Pavillon Alphonse-Desjardins (ADJ) - Université Laval – Google Maps</a>
1	8h-8h10	<b>Accueil Pavillon Desjardins de l'U. Laval</b>
2	8h10-8h30	<b>Direction : Jardin du parlement</b>
	8h30-9h15	Visite guidée : Gilles Burns
3	9h15-09h30	<b>Direction : Jardins du Bassin Louise – Les Urbainculteurs</b>
	09h30-10h15	Visite guidée : Arielle Girard
4	10h15-10h40	<b>Direction Base de plein-air de Sainte-Foy - Collation</b>
	10h40-12h30	Visite guidée tourbière (marche de 20 minutes) : Joël Fortin Mongeau
	12h30-13h15	<b>Lunch – Base de plein air de Sainte-Foy</b>
5	13h15-13h45	<b>Direction : Ferme U. Laval-AAC, Saint-Augustin</b>
	13h45-16h00	Visite guidée - 3 sites : Martin Chantigny, Marie-Noëlle Thivierge et Rock Ouimet
1	16h00-16h30	<b>Retour au pavillon Desjardins de l'U. Laval</b>

**Base de plein air de Sainte-Foy et sa tourbière boisée**



**Carte des sols de la ferme de Saint-Augustin**



APP_NOM_SOL	DRAINAGE	GRANULO_1	GRANULO_2	MODE_DEP_1	MODE_DEP_2
TY Tilly loam argileux	Modéré	Limoneuse-fine	Squelettique-loameux	Fluviatile	Résiduel
JY Joly loam argileux à argile	Imparfait	Argileuse-fine	Squelettique-loameux	Fluviatile	Résiduel
LR Saint-Laurent loam à loam argileux	Mauvais	Argileuse		Fluviatile	Marin
NV Neuville loam sableux fin	Imparfait	Loameuse-grossière		Morainique	

APP_SOUS_GROUP	MODELE	PROFONDEUR	CLAS_REACT	CLAS_TEMP	CLAS_HUMID
TY Podzol humo-ferrique gleyifié	Vallonné	Lithique mince	Acide	Frais	Humide
JY Gleysol ferrique	Incliné	Lithique mince	Neutre	Frais	Perhumide
LR Gleysol humique orthique	Incliné		Neutre	Doux	Perhumide
NV Gleysol humique orthique	Plat		Alcalin (Calcaire)	Frais	Perhumide

## **RÉSUMÉS DU FORUM**

---

*« Les sols dans la foresterie et l'agriculture urbaine »*

---



# L'activité souterraine de la ville ou comment améliorer les substrats pour les arbres urbains

ALISON D MUNSON<sup>1,2</sup>, JANANI SIVARAJAH<sup>1</sup>, ANTONIIOUS PETRO<sup>2</sup>, VINCENT POIRIER<sup>2</sup>, ÉLISE BEAUREGARD<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre d'étude de la forêt, Faculté de foresterie de géographie et de géomatique, et Chaire sur les arbres urbains et leur milieu (CRAUM)

<sup>2</sup> LIEU (Laboratoire d'intégration de l'écologie urbaine) et l'UQAT

<sup>3</sup> LIEU

[alison.munson@sbf.ulaval.ca](mailto:alison.munson@sbf.ulaval.ca)

**Mots clés :** sols urbains, forêt urbaine, carbone du sol, biochar

La qualité du sol dans les fosses d'arbres, sous les arbres de rue ou dans les terrepleins des rues est un sujet jusqu'à récemment moins traité par les chercheurs et par les villes. On manque de données et de connaissances clés sur la qualité des sols en relation avec la santé, la vigueur ou même la survie des arbres plantés. Et on en plante beaucoup ces temps-ci! Notre Chaire sur l'arbre urbain et son milieu (CRAUM) met l'accent sur ce domaine en développant plusieurs projets sur la qualité et la fonctionnalité des substrats utilisés dans les infrastructures vertes. Par exemple, est-ce que les sols des fosses ont la capacité de stabiliser le carbone ou est-ce qu'ils émettent du CO<sub>2</sub> (ou du méthane)? Nos premières expériences menées sous l'égide du LIEU (Laboratoire d'intégration de l'écologie urbaine) en collaboration avec la Ville de Montréal démontrent en fait une perte du carbone du sol un an après l'établissement des fosses, reliée à la température du sol, l'exposition au soleil, ainsi qu'à la texture relativement grossière du sol (Beauregard et al. 2022). Est-ce que l'amendement avec le biochar pourrait mitiger les pertes potentielles? Au sein d'un nouveau réseau de chercheurs pancanadien, nous allons vérifier les émissions de GES associées aux infrastructures vertes dans plusieurs grandes villes. En raison des ambitions de bilan net-zéro des villes, ces données deviennent prioritaires pour une meilleure gestion des superficies importantes d'infrastructures, qui sont souvent présentées comme les réponses « vertes » et comme adaptations dans le contexte des changements climatiques. Mieux mesurer avant de se prononcer!

## Références

Beauregard, E., Munson, A.D., Petro, A. et Poirier, V. 2022. Les couvre-sols alternatifs au gazon et l'amélioration des propriétés des sols urbains. Rapport de recherche pour la Ville de Québec. 150 pp.

# **L'agriculture urbaine et le sol : création d'un technosol urbain pour de la production maraîchère sur toit ou sur des espaces minéralisés**

ERIC DUCHEMIN

Laboratoire sur l'agriculture urbaine, Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine du Québec. Université du Québec à Montréal  
[duchemin.eric@uqam.ca](mailto:duchemin.eric@uqam.ca)

L'agriculture urbaine se développe rapidement depuis les années 2010, particulièrement les fermes urbaines. Que ce soit en Amérique du Nord, en Europe ou ailleurs, la production maraîchère en ville pose des enjeux, car elle se fait généralement hors sol ou encore sur des sols appauvris, détériorés. Une telle approche demande d'utiliser des technosols qui ont actuellement des impacts environnementaux importants. Pourtant, la ville regorge de ressources permettant de développer des substrats de culture. La vulnérabilité de cette matière organique jumelée au souhait de valoriser les résidus, pour la plupart produits localement, a amené de nombreux chercheurs à s'intéresser à des substituts potentiels pour la production en serre ou en contenants comme la fibre de bois ou de coco, le biochar et le compost. Ces matières résiduelles ont l'avantage d'être produites localement, elles sont renouvelables et le plus souvent sans contaminants.

Depuis 2018, le Laboratoire sur l'agriculture urbaine a mené des recherches sur les ressources disponibles et mené des projets expérimentaux d'évaluation agronomique de résidus organiques comme substrat de culture\*. À la ferme expérimentale du Palais des congrès de Montréal 4 résidus organiques ont été testés : le compost, la fibre et les copeaux de bois, le substrat de champignonnière épuisé (SCE) ainsi que le frass (litière et excréments d'insectes). L'objectif a été de tester des résidus organiques urbains et d'évaluer leur potentiel agronomique en tant que substrats pour la production maraîchère hors sol. Dans le cadre de cette présentation les résultats préliminaires de cette étude seront présentés rapidement, ainsi que les enjeux de sa mise à l'échelle. Au final, il y a aussi les résidus inorganiques qui devront faire partie de l'équation du nouveau technosol afin de développer des fermes maraîchages sur toit et surface minéralisée plus écologique et en synergie avec le métabolisme urbain.

\*recherche menée par : Marie-Josée Vézina, Noémie Roy, Clémentine Pointereau



## Reportages de la SRC sur les biosolides et les PFAS: *la protection du public a-t-elle été bien servie ?*

MARC HÉBERT

Marc Hébert, expert-conseil et formateur, 3930 Soucy, Saguenay, QC  
[info@marchebert.ca](mailto:info@marchebert.ca)

**Mots clés :** biosolides, PFAS, journalisme, éthique.

Le 26 novembre 2022, un reportage de *La semaine verte* est venu semer l'émoi dans la population et la classe agricole quant à la présence de contaminants fluorés (PFAS) dans les biosolides qu'on épand sur les terres agricoles. Le reportage par *Enquête*, le 1<sup>er</sup> décembre, en a rajouté une couche. Le chercheur Sébastien Sauvé, de l'Université de Montréal, y a notamment mentionné : « *C'est clair que les PFAS sont un enjeu environnemental majeur, on ne peut pas le nier et il faut bouger vite. Sinon, on fait de l'expérimentation à grande échelle chez nous dans notre cour.* »

L'effet a été immédiat et viral. Le lendemain du reportage d'*Enquête*, le ministre de l'Environnement (MELCCFP) a été interpellé par les partis d'opposition. Il s'est dit inquiet par ce qu'il avait vu (à la télévision) et qu'il allait rapidement resserrer la réglementation sur les biosolides. L'Ordre des agronomes du Québec (OAQ) a émis en urgence un communiqué pour alerter tous ses membres. D'autres organisations ont également emboîté le pas et relayé ces prises de position à l'effet que l'épandage des biosolides poserait un risque imminent pour la santé. En seulement quelques jours, c'est devenu la plus grande crise d'acceptation sociale au Québec dans le domaine des matières organiques.

Plusieurs des intervenants de la filière des MRF étaient sous le choc et se sont sentis ostracisés, sans soutien tangible par l'État. J'ai donc publié, les 5 et 12 décembre 2022, deux éditions spéciales du *MRF Actualités* [[en ligne](#)] sur les reportages de la Société Radio-Canada (SRC). Ce décryptage de l'information a mis en évidence de sérieuses lacunes dans les procédés journalistiques, de même que sur les plans scientifique et éthique.

Diverses plaintes ont par ailleurs été logées à l'ombudsman de la SRC à l'effet que la société d'État aurait induit en erreur les téléspectateurs et les décideurs publics en diffusant de l'information inexacte et tendancieuse.

Après une période d'attente assez longue (contexte de crise), le MELCCFP et l'OAQ ont tenu le 2 février 2023 une conférence web pour les agronomes et autres intervenants de la filière des MRF [[en ligne](#)]. Devant le positionnement des scientifiques du MELCCFP, et leurs réponses aux questions de l'auditoire, il est devenu évident pour plusieurs participants que les reportages de la SRC étaient effectivement discutables en termes de rigueur journalistique et scientifique. Des questions déontologiques ont aussi été soulevées quant aux propos véhiculés par certains agronomes.

Un mois plus tard, un communiqué de presse conjoint du MELCCFP, du MAPAQ, de l'OAQ et de Réseau Environnement [[en ligne](#)] affirmait de façon officielle : i) le caractère sécuritaire de l'épandage des biosolides au Québec, ii) l'importance de cette activité pour lutter contre les changements climatiques et, iii) l'importance de poursuivre, de façon concertée, les travaux de recherche et de normalisation.

Ce communiqué conjoint et solidaire a permis de calmer le jeu. Malheureusement, il est arrivé tardivement. Les dommages sur la filière de recyclage des biosolides sont déjà bien réels sur le terrain. Le discrédit pourrait même s'étendre sur la filière du compostage et de la biométhanisation des résidus de table, en raison de la présence de PFAS dans nos produits alimentaires, notamment par les emballages et des articles de cuisine et de cuisson, comme les fameux « air fryers ».

Des questions se posent. *Les reportages de la SRC ont-ils bien servi la protection du public ?* Ont-ils contribué à la protection de l'environnement ou ont-ils eu l'effet contraire? Ont-ils ajouté à tort à l'écoanxiété (santé mentale) de la population nombreuse qui a vu ce dossier dans les médias, ainsi que sur les agriculteurs et les agronomes qui ont contribué aux objectifs de recyclage et de réduction des GES ? Pourquoi s'est-on attaqué aux biosolides et non pas aux PFAS ajoutés dans la chaîne de production des aliments, les tapis et les vêtements qui représenteraient près de 95 % de notre exposition quotidienne au PFAS, selon Santé Canada (2018) ? La filière des boues municipales a-t-elle été utilisée à dessein par certains intervenants comme un bouc émissaire facile - encore une fois ? Quoi faire (ou ne pas faire) comme professionnels des sols, de l'environnement ou comme membres d'un ordre professionnel quand de telles situations surviennent ?



# **RÉSUMÉS DES PRÉSENTATIONS ORALES**

**(par ordre alphabétique du premier auteur)**

---



# **Le microbiome des sols agricoles du Québec: Utilisation de la base de données de référence EESSAQ pour le suivi de la santé des sols en production de pommes de terre**

JOËL D'ASTOUS-PAGÉ<sup>1</sup>, THOMAS JEANNE<sup>1</sup>, ELMER IQUIRA<sup>1</sup>, RICHARD HOGUE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2700 rue Einstein, Québec, QC  
[joel.page@irda.qc.ca](mailto:joel.page@irda.qc.ca)

**Mots clés** : microbiome des sols, base de données de référence, santé des sols, pratiques agricoles

Le suivi de la santé des sols est important pour les producteurs agricoles au Québec. Malheureusement, les contraintes du marché, les risques financiers ou le manque d'information sont des facteurs limitant l'adoption de pratiques agricoles plus durables et favorables à la résilience aux changements climatiques. Faute de données de références, il est difficile pour les producteurs d'évaluer l'impact d'un changement de régies de production sur la santé et la vie microbienne de leurs sols. Des facteurs comme la série de sols et le système de culture peuvent influencer le microbiome des sols agricoles. Il est donc indispensable de faire l'évaluation des indices du microbiome dans un cadre de référence qui respecte ces facteurs. Un producteur sera ainsi en mesure d'évaluer les gains potentiels suivant l'application de pratiques d'agriculture durable.

Nous avons suivi différents sites en production de pommes de terre avec des régies de cultures de rotation conventionnelles (maïs-soya) et d'engrais vert (cultures diversifiées). Nous avons mesuré les paramètres physicochimiques et la diversité microbienne (quantification, richesse, composition et fonctions associées au métabolisme de l'azote) à l'année initiale de pommes de terre et après deux cycles de rotation. Par la suite, les résultats des sites ont été comparés à ceux de la base de données de référence EESSAQ- microbiome.

Nos résultats démontrent la pertinence d'utiliser un cadre de données références adapté au groupe de séries de sols et à au système de culture mis en place à la ferme pour évaluer le suivi de la santé des sols et l'évolution des paramètres microbiologiques d'un sol. De plus, nous avons été en mesure de décrire l'influence du choix de la régie de production sur ces paramètres.

Cet exposé se veut un exemple du potentiel d'interprétation des variables microbiologiques lorsque mises en relation avec des données de références. Ces données dernières nous permettront d'améliorer l'interprétation des données, de mieux sélectionner les champs de producteurs et les sites expérimentaux et de faciliter le développement de modèles prédictifs.

# Indices de réponse à la fertilisation azotée du maïs grain et influence des indicateurs de santé des sols

JOSSELIN BONTEMPS<sup>1</sup>, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ<sup>1</sup>, THIAGO GUMIERE<sup>1</sup>, GABRIEL DESLAURIERS<sup>2</sup>, ALAIN N. ROUSSEAU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Département de sols et génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

<sup>2</sup> Groupe Pleine Terre, Napierville, QC

<sup>3</sup> Centre Eau Terre Environnement, INRS, Québec, QC

[josselin.bontemps.1@ulaval.ca](mailto:josselin.bontemps.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** fertilisation, maïs grain, santé des sols.

Les modèles actuels de recommandation pour la fertilisation azotée ne prennent pas en compte l'état de la santé des sols dans leurs calculs alors que ce paramètre influence nécessairement de multiples facteurs liés à la capacité du sol à fournir les nutriments essentiels aux cultures. Ainsi, les aspects physiques, chimiques, biochimiques et microbiologiques se doivent d'être évalués lorsque l'on veut connaître l'état de santé d'un sol. La prise en compte de ce bilan est une nécessité pour améliorer la conservation des sols et la gestion de la fertilisation afin d'assurer la durabilité des agroécosystèmes. Dans ce contexte il est pertinent d'étudier les liens entre les indicateurs de santé des sols et différents indices permettant de quantifier la réponse de la culture à la fertilisation azotée. L'hypothèse étant que les indicateurs de santé des sols (physiques, chimiques, biochimiques) expliquent une proportion significative de la réponse à la fertilisation du maïs grain.

Pour répondre à cette problématique, 25 à 30 sites par année ont été sélectionnés en 2021, 2022 et 2023 dans les principales régions productrices de maïs-grain incluant une variété de types de sol et d'intensité de travail du sol. Sur chaque site, une parcelle expérimentale a été établie incluant 3 blocs aléatoires composés de 5 traitements de fertilisation azotée en post-levée: 0 (T1), 50 (T2), 100 (T3), 150 (T4) et 200 (T5) kg N/ha pour un total de 15 unités expérimentales par site. Chaque parcelle a été caractérisée à raison d'un échantillon par bloc par traitement en post-levée du maïs et/ou suivant la récolte avec des indicateurs physiques (texture, masse volumique apparente et résistance à la pénétration (0 à 45 cm) ; des indicateurs chimiques (pH<sub>eau</sub>, pH<sub>tampon</sub>, matière organique, éléments extractibles Mehlich-3, azote total, nitrates) et des indicateurs biochimiques (carbone actif extrait au permanganate, activité microbiologique totale (FDA), respiration microbienne sur 24h, activité enzymatique, protéines ACE).

Plusieurs indices de caractérisation de la réponse du maïs grain à la fertilisation azotée ont été étudiés afin d'investiguer des liens potentiels avec les indicateurs de santé des sols mesurés. Ces indices se doivent de répondre à plusieurs critères pour être utilisés dans la présente étude. D'abord il est primordial qu'ils soient indépendants du prix d'achat de l'engrais afin de s'affranchir de ses variations. De plus, les indices doivent être mesurables à l'échelle de l'unité expérimentale afin d'être en mesure de capturer adéquatement les informations mesurées dans chacune d'elles. Les indices étudiés sont l'efficacité agronomique de l'utilisation de l'azote (ANUE), l'efficacité physiologique de l'utilisation de l'azote (PNUE) et l'efficacité de prélèvement de l'azote (NRE) (Anas et al., 2020; Ye et al., 2007).

Des régressions multiples en modèles multiniveaux sont réalisées afin d'établir quels indicateurs permettent de prédire les différents indices en contrôlant pour les effets de sites. Les résultats montrent un effet de site important, de l'ordre de 50% selon l'indice étudié. L'indice PNUE ne semble pas être expliqué significativement par la variété d'indicateurs mesurés ( $R^2 < 0.15$ ). Les indicateurs de santé des sols permettent cependant d'expliquer une part plus importante de la variabilité pour les autres indices. Afin d'améliorer les équations de régressions, il sera pertinent d'ajouter par la suite des paramètres non édaphiques qui exercent une influence directe sur le rendement et potentiellement sur la réponse du maïs à l'azote comme le niveau de pluviométrie qui permettra d'expliquer une portion plus importante de l'effet site.

## Références

- Anas, M., Liao, F., Verma, K. K., Sarwar, M. A., Mahmood, A., Chen, Z.-L., Li, Q., Zeng, X.-P., Liu, Y., & Li, Y.-R. (2020). Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. *Biological Research*, 53(1), 1-20.
- Ye, Q., Zhang, H., Wei, H., Zhang, Y., Wang, B., Xia, K., Huo, Z., Dai, Q., & Xu, K. (2007). Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency and yield of rice under different soil conditions. *Frontiers of Agriculture in China*, 1, 30-36.

# Révision de la recommandation en cuivre comme stratégie de conservation des sols organiques cultivés

KAROLANE BOURDON<sup>1</sup>, JOSÉE FORTIN<sup>1</sup>, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ<sup>1</sup>, JEAN CARON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC  
[karolane.bourdon.1@ulaval.ca](mailto:karolane.bourdon.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** Histosol, tourbière, décomposition, biogéochimie, métaux lourds.

## Introduction

Les sols organiques cultivés, composés à 30% et plus de matière organique, sont sujets à la dégradation par décomposition, compaction et érosion. Ces processus engendrent un affaissement du sol de l'ordre de 1 à 5 cm par année et causent ultimement la disparition de ces terres très fertiles. Dans les années 80, à la suite d'une recherche nationale sur la conservation des sols organiques cultivés, il a été recommandé d'augmenter la teneur en cuivre de ces sols à un niveau supérieur aux besoins des cultures (100 à 400 mg Cu kg<sup>-1</sup>) afin de ralentir leur décomposition de 70 % et leur affaissement de 50 %. Une récente étude a toutefois mis en évidence la nécessité de revoir cette recommandation puisque l'apport de cuivre à un sol organique du Québec a montré peu d'effet sur plusieurs paramètres chimiques liés à la décomposition (Bourdon et al., 2021). L'objectif de cette étude était donc de réexaminer l'efficacité de l'application de cuivre à ralentir la décomposition des sols organiques cultivés.

## Méthodologie

Deux sols organiques de Montérégie ayant des niveaux d'humification contrastés (humique et mésique) ont été incubés en conditions contrôles avec et sans ajout de cuivre; 250 mg kg<sup>-1</sup> pour le sol humique et 300 mg kg<sup>-1</sup> pour le sol mésique. L'émission de CO<sub>2</sub> des sols a été mesurée périodiquement par la méthode de trappage en solution alcaline. À la fin de la période d'incubation, les sols ont été échantillonnés pour analyse de (1) la teneur en azote extractible au KCl 1M, (2) la teneur en phosphore Mehlich-3, (3) l'activité microbienne totale par l'hydrolyse de la fluoescéine diacétate, (4) l'activité d'enzymes liées aux cycles du C, N, et P, soit la β-d-glucosidase, la N-acetyl-β-d-glucosaminidase et la phosphatase par l'hydrolyse de substrats fluorogéniques (4-MUF), (5) le pH et (6) la teneur en cuivre extractible au CaCl<sub>2</sub> 0.01M.

## Résultats

L'application de cuivre sur le sol humique n'a pas eu d'effet significatif sur l'émission de CO<sub>2</sub>, les niveaux d'azote, le niveau de phosphore et les activités enzymatiques. Pour le sol mésique, l'application de cuivre a eu pour principal effet de réduire de 37% le cumul de CO<sub>2</sub>, de 35% le niveau de nitrate et de 58% le niveau d'azote organique soluble. Toutefois, l'effet sur les émissions de CO<sub>2</sub> a été temporaire avec une réduction significative seulement pour les jours 21 à 84. Lors de cette période, le traitement témoin a produit un important pic d'émission de CO<sub>2</sub> alors qu'un pic beaucoup plus aplati a été observé pour le traitement de cuivre.

## Discussion et conclusion

Les réponses divergentes observées pour les deux sols de cette étude renforcent un ensemble de résultats contradictoires rapportés pour l'influence du cuivre sur les processus biogéochimiques des sols organiques et minéraux (Mathur et al., 1977; Giller et al., 2009). L'effet temporaire du cuivre sur le sol mésique est également cohérent avec la littérature sur les sols minéraux et sur les boues d'épuration (Giller et al., 2009; Ochoa-Herrera et al., 2011). Ainsi, appliquer systématiquement du cuivre sur les sols organiques à un taux excédant les besoins des cultures ne semble pas une stratégie de conservation efficace. De plus, l'application inutile de cuivre peut augmenter le risque de contamination environnementale par érosion et co-transport. Des méthodes moins risquées de ralentissement de la décomposition des sols organiques devraient être envisagées tel que le maintien d'une nappe d'eau élevée.

## Références

Bourdon, K., Fortin, J., Dessureault-Rompré, J., Caron, J. 2021. Agricultural peatlands conservation: How does the addition of plant biomass and copper affect soil fertility?. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **85** (4), 1242-1255. Giller, K.E., Witter, E., McGrath, S.P. 2009. Heavy metals and soil microbes. *Soil Biol. Biochem.*, **41**(10), 2031-2037. Ochoa-Herrera, V., León, G., Banihani, Q., Field, J. A., & Sierra-Alvarez, R. 2011. Toxicity of copper (II) ions to microorganisms in biological wastewater treatment systems. *Sci. Total Environ.*, **412**, 380-385. Mathur, S.P., Rayment, A.F., 1977. Influence of trace element fertilization on the decomposition rate and phosphatase activity of a mesic fibrisol. *Can. J. Soil Sci.*, **57** (4), 397-408.

# Substitution de la tourbe par de l'écorce de bouleau pour la production de plants d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) en pépinières forestières

KASANDRA BRADETTE<sup>1</sup>, CHARLES MARTY<sup>1</sup>, MAXIME C. PARÉ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi  
[kasandra.bradette1@uqac.ca](mailto:kasandra.bradette1@uqac.ca)

**Mots clés :** écorces de bouleau, tourbe, épinette noire, reboisement

Afin de produire des plants de haute qualité morphophysologique, la tourbe est utilisée comme substrat de croissance pour la production des plants forestiers dans les pépinières forestières du Québec et du Canada. Toutefois, l'extraction et l'utilisation de la tourbe engendrent un questionnement important sur le plan écologique. En effet, les tourbières offrent de nombreux biens et services écosystémiques, notamment par ses fonctions importantes au niveau de la régulation de l'eau ainsi qu'à sa grande capacité de séquestration du carbone. De plus, la restauration des tourbières est un processus très long, ce qui rend cette ressource non renouvelable à l'échelle humaine. Dans les dernières années, les pépinières forestières ont également eu plus de difficulté à s'approvisionner en tourbe horticole vue la grande demande du côté des pépinières horticoles. Par conséquent, il est nécessaire de trouver des alternatives à son utilisation en pépinière forestière, sans nuire à la qualité morphophysologique des plants. Conjointement, l'industrie forestière québécoise produit plus de 8 millions de tonnes de produits associés au sciage, dont près de 2,5 millions de tonnes d'écorces. Au lieu de se départir de ces écorces, il serait intéressant de valoriser cette ressource en substitution à la tourbe pour la production de plants en récipients. Cette avenue permettrait d'une part d'éviter l'enfouissement ou l'incinération d'une partie des écorces produites, et d'autre part, de créer des revenus supplémentaires.

Le projet se déroulait à la pépinière forestière de Laterrière où les semences d'épinette noire (EPN) ont été semées dans des mélanges d'écorces de bouleau (% écorces) : 0%; 25%; 50%; 75% et 100% d'écorces complétés de tourbe et de perlite (ajout de 15 % et sans perlite) et ce, pour deux formats de récipients (IPL 113-25 et 67-50). Il y avait au total 10 substrats de culture. La granulométrie de 1 mm de l'écorce avait été préétablie selon les résultats de tests préliminaires. Les récipients ont été disposés à l'intérieur de cinq blocs de façon aléatoire dans les tunnels de la pépinière. Les plants ont été pris en charge par la pépinière selon les mêmes régies d'irrigation et de fertilisation. La germination a été évaluée en début de saison et les propriétés physicochimiques des plants ont été analysées en fin de saison de croissance. Les propriétés physicochimiques des substrats de cultures ont également été analysées avant l'empotage et en fin de saison.

La germination des semences d'EPN a été légèrement affectée par l'écorce, sans toutefois être un enjeu considérable. Au terme de la saison de croissance, les plants ayant poussé dans les substrats contenant de l'écorce ont été affectés de façon significative pour les paramètres de croissances mesurés. En effet, les plants avaient en moyenne une biomasse aérienne environ six fois plus faible que les plants issus de tourbe seule. Le statut nutritif des plants d'EPN montrait également une déficience en azote par rapport à ceux issus de la tourbe, allant d'environ 6g/kg en moins pour les substrats avec 25 % et 50 % d'écorces jusqu'à plus de 10g/kg pour les substrats avec 75 % et 100 % d'écorces. La perlite a augmenté la croissance racinaire des plants d'EPN pour le plus petit format de récipient (113-25) seulement. Les analyses chimiques des substrats montraient un faible taux d'azote total et minéral et un ratio C/N très élevé en début de saison dans tous les substrats à base d'écorce. À la fin de la saison, le taux d'azote minéral dans les substrats avec 25% d'écorce se rapprochait du taux des substrats de tourbe (6,5 fois supérieur au début de saison). En conclusion, la substitution de la tourbe n'est pas possible dans ces taux de substitution, les plants ayant eu un ralentissement de croissance. Toutefois, les taux d'azote dans les substrats et les tissus de plants d'EPN en fin de saison permettent de croire qu'un ajustement au niveau de la fertilisation et de l'irrigation permettrait de surpasser les effets négatifs de la présence d'écorces dans les substrats.



## Santé physique des sols: des sols de plus en plus compacts en production intensive

JEAN CARON<sup>1</sup>, VINCENT GRÉGOIRE<sup>1</sup>, ALAIN N. ROUSSEAU<sup>2</sup>, JACYNTHE DESSUREAULT-ROMPRÉ<sup>1</sup>, THIAGO GUMIERE<sup>1</sup>, HOSSEIN BONAKDARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sciences du sol et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec Canada

<sup>2</sup> INRS-ETE, Québec, Canada

[Jean.Caron@fsaa.ulaval.ca](mailto:Jean.Caron@fsaa.ulaval.ca)

**Mots clés :** compaction, aération, diffusivité des gaz, maïs-grain, conservation des sols, santé physique des sols

Depuis longtemps, on suggère d'utiliser des propriétés dynamiques telles que la diffusion des gaz et la conductivité hydraulique en plus des propriétés statiques (masse volumique apparente et porosité d'air) pour faire un suivi de la santé physique des sols dans la zone de 0 à 30 cm de profond. Des travaux ont donc été faits pour mesurer un ensemble d'indicateurs de terrain afin d'établir des relations avec la production agricole, et éventuellement d'évaluer l'effet qu'ont différents itinéraires agronomiques sur ces indicateurs. Les résultats démontrent des niveaux relativement élevés de masse volumique apparente dans les sols ( $1,4 \text{ g cm}^{-3}$  en moyenne) et des niveaux de porosité d'air majoritairement sous la barre du  $0,10 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . De façon cohérente, les résultats affichent une diffusivité relative des gaz inférieure au seuil de 0,03 pour la grande majorité des parcelles à l'étude. Ces données sont cohérentes avec les résultats de l'étude de la santé des sols actuellement en cours. La mise en relation des paramètres statiques et dynamiques suggère que la diffusivité des gaz représente une variable explicative du rendement du maïs-grain dans l'ensemble de la Montérégie et de sa réponse à la fertilisation azotée. Cette conclusion est tout à fait logique avec les faibles niveaux d'aération observée, ces derniers favorisant la dénitrification, affectant la respiration des racines, et éventuellement la réponse de la culture à son environnement. Ces résultats suggèrent qu'une forte proportion des sols souffrirait d'un problème de compaction à des niveaux suffisamment élevés pour limiter la croissance de la culture. Ce problème résulterait en bonne partie l'absence de rotation avec des plantes à enracinement profond, de la baisse de la matière organique des sols et de l'accroissement du poids à la roue de l'équipement agricole.

# Étude des propriétés physicochimiques des couches de sol coprogène afin d'orienter l'usage de capteurs proximaux en sols organiques cultivés

RAPHAËL DERAGON<sup>1</sup>, NICHOLAS LEFEBVRE<sup>1</sup>, DANIEL SAURETTE<sup>2</sup>, BUDIMAN MINASNY<sup>3</sup>, JEAN CARON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire; Université Laval, Québec, QC

<sup>2</sup> Ontario Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs, Ontario

<sup>3</sup> School of Life and Environmental Sciences; University of Sydney, Sydney, Australie

[raphael.deragon.1@ulaval.ca](mailto:raphael.deragon.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** Coprogène, sols organiques cultivés, salinité, teneur en eau, résistance à l'enfoncement

De récents efforts cartographiques ont révélé qu'une portion significative des sols organiques cultivés en Montérégie étaient peu profonds. Sous la couche de tourbe fertile se trouve une couche de sol minéral, parfois accompagnée d'une couche de sol coprogène. Cette dernière mesure en moyenne 37 cm d'épaisseur et mène à une surestimation de la profondeur de sol cultivable, puisqu'elle est considérée comme organique. Le coprogène est imperméable, associé à la présence de sels dans le profil et est difficile à cartographier à l'échelle régionale. De plus, peu de données sur le sol coprogène sont disponibles dans la littérature en contexte agricole. Or, il est impératif d'y avoir accès pour comprendre comment détecter cette couche à l'aide d'outil de détection de proximité et pour comprendre l'influence d'une telle couche sur l'évolution d'un profil en sol dégradé. Cette étude avait comme objectif 1) d'analyser la variabilité des propriétés physiques et chimiques de couches de sol coprogène en comparaison avec des couches de tourbe et de sol minéral, et 2) de suggérer l'usage de capteurs de proximités sensibles aux propriétés discriminantes entre ces trois types de sol pour un usage à l'échelle du champ.

Pour ce faire, 90 sites en sols organiques cultivés avec un gradient de stratigraphie ont été visités en 2022. À chaque site, dix couches de 10 cm d'épaisseur ont été échantillonnées de la surface jusqu'à une profondeur d'un mètre. Cinq propriétés physiques et 43 propriétés chimiques ont été évaluées pour chaque couche. Ces propriétés incluaient entre autres le pH, la conductivité électrique, la teneur en eau, les éléments totaux comme le P, K et le Ca, et quelques sels solubles. Après avoir réduit le nombre de dimensions du jeu de données, des propriétés représentantes ont été sélectionnées. Pour chacune d'entre elles, un modèle linéaire mixte a été utilisé afin de trouver des différences significatives en fonction du type de sol (tourbeux, coprogène et minéral) et de la profondeur (10) des couches. La comparaison multiple des moyennes a démontré que plusieurs propriétés montrent un gradient en fonction de la profondeur et du type de sol. Des capteurs proximaux sensibles à la salinité (ex.: Veris, EM38, DUALEM), mesurant la résistance à l'enfoncement ou encore la teneur en eau volumique (ex.: sonde TDR) pourraient discriminer efficacement les types de sols in situ. Cela permettrait de cartographier avec davantage de précision la profondeur des sols organiques. Cette étude a aussi permis d'ajouter à la littérature un bilan exhaustif des propriétés des couches de sol coprogène, permettant de mettre en lumière leur nature physicochimique unique.

# La condition physique des sols du Québec révélée dans l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles

MARC-OLIVIER GASSER<sup>1</sup>, JEAN-BENOÎT MATHIEU<sup>1</sup>, EDUARDO CHAVEZ<sup>1</sup>, NYCK OCCÉAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, G1P 3W8

[marc-o.gasser@irda.qc.ca](mailto:marc-o.gasser@irda.qc.ca)

**Mots clés :** Masse volumique apparente, macroporosité, coefficient de diffusivité des gaz, conductivité hydraulique.

Les sols à bon potentiel agricole constituent une ressource limitée au Québec, soit 2,3 millions d'hectares, pour moins de 2 % du territoire. L'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec avait pour objectif d'évaluer l'état des sols cultivés à l'orée de 2020. Ainsi, 71 séries de sols les plus communément cultivées ont été évaluées sur 431 sites. Les séries de sols ont été regroupées en six groupes de sols argileux, cinq groupes de sols loameux, six groupes de sols sableux à squelettiques, huit groupes de tills (sols issus de dépôts glaciaires) et un groupe de sols organiques. Sur chaque site, un profil pédologique a été réalisé et à quatre endroits, les sols ont été caractérisés et échantillonnés à trois profondeurs diagnostiques dans les horizons Ap et B. Les propriétés morphologiques ont été relevées sur le terrain, la conductivité hydraulique a été mesurée au champ avec un infiltromètre de Guelph et les propriétés physiques et physicochimiques d'intérêt ont été mesurées dans des échantillons de sol en vrac (C et N Leco, granulométrie, pH eau et SMP, teneurs en éléments Mehlich-3), dans des blocs de sol (stabilité des agrégats) ou dans des cylindres sur table de tension (masse volumique apparente, porosité totale, macroporosité, etc.). D'autres propriétés physiques, comme le coefficient de diffusivité relative, la tortuosité, la capacité au champ relative (WFPS) ont été dérivées des propriétés mesurées. L'érosion des sols a été évaluée avec l'inventaire de Cs-137. La condition physique des 26 groupes de séries de sols cultivés a été analysée et interprétée en termes d'état de la structure du sol et des niveaux de compaction et d'aération, de capacité de diffusion des gaz et de mouvement de l'eau dans le sol, ainsi que d'érosion (Gasser et al., 2023a).

Les sols sableux à squelettiques et les tills cultivés sont plus souvent compacts en termes de masse volumique apparente et de porosité totale en profondeur dans l'horizon B, tandis que les sols argileux et loameux ont plus souvent des problèmes de macroporosité, d'aération et de restriction de la diffusion des gaz en profondeur en régions plus méridionales (Montérégie, Centre-du-Québec), où les cultures annuelles sont dominantes. À l'échelle de la province, le climat influence l'intensité des activités agricoles et la prépondérance des cultures annuelles dans les régions plus méridionales. L'influence de ce gradient climatique est perceptible au niveau de la diffusivité relative des gaz dans les sols argileux. Elle est plus souvent sous le seuil de 0,005 limitant la croissance racinaire dans les horizons Ap2 et B des sols cultivés de la région de la plaine de Montréal, tandis que dans les sols témoins et les sols argileux des autres régions plus froides, elle passe à des niveaux supérieurs au seuil de 0,03 au-dessous duquel les processus de dénitrification sont reconnus pour opérer. Tous les sols argileux et loameux cultivés, de même que trois groupes de tills cultivés, présentent des valeurs de conductivité hydraulique saturée inférieures à 10 cm/jour dans l'horizon B, ce qui pourrait nous amener à conclure qu'ils souffrent tous de compaction, mais certains sols témoins de ces matériaux présentent aussi naturellement de faibles conductivités hydrauliques. Tous les groupes de sols en régions plus méridionales présentent des signes de dégradation de la stabilité structurale dans l'horizon Ap1, cependant la grosseur des agrégats affectée varie selon les matériaux. Les pratiques agricoles, notamment la présence de cultures pérennes dans la rotation, l'intensité de travail de sol et les risques de compaction, ont eu un effet marqué sur les propriétés physiques des sols (Gasser et al., 2023b). Un risque élevé de compaction estimé avec la grosseur du parc de machinerie et la fréquence des opérations dans les cultures à risques a été associé à une masse volumique apparente en moyenne plus élevée dans les trois horizons Ap1, Ap2 et B, de même qu'à une plus faible macroporosité dans les horizons Ap2 et B et un plus faible diamètre moyen pondéré des agrégats dans l'horizon Ap1. La présence de cultures pérennes dans la rotation a toutefois eu des effets bénéfiques sur la MVA, la macroporosité et le diamètre moyen pondéré des agrégats. Les résultats concernant les autres indicateurs dérivés des propriétés physiques seront présentés et discutés.

## Références

Gasser, M.-O., Bossé C., Clément, C.C., Bernard, C., Mathieu, J.-B., Tremblay, M.-E. 2023a. Rapport 1 de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec : État de santé des principales séries de sols cultivées. Rapport final présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). IRDA. 190 pages. Gasser, M.-O., Clément, C.C., Mathieu, J.-B., Chavez, E., Bossé C., Bernard, C., Tremblay, M.-E. 2023b. Rapport 2 de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec : Effets des pratiques agricoles et des conditions biophysiques sur la santé des sols et la productivité des cultures. IRDA et partenaires. 54 pages.

# Santé des sols et émissions de N<sub>2</sub>O dans les systèmes de corridors solaires avec cultures de couverture intercalaires dans des sols de deux textures contrastées

CAROLINE HALDE<sup>1</sup>, LAURENCE DUROCHER<sup>1</sup>, JOANNIE D'AMOURS<sup>2</sup>, SAMUEL GAGNÉ<sup>1</sup>, YOSRA MENCHARI<sup>1</sup>, IBRAHIMA BOCOUM<sup>3</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>4</sup>, MARIE-NOËLLE THIVIERGE<sup>4</sup>, DENIS ANGERS<sup>4</sup>, ÉMILIE MAILLARD<sup>4</sup>, DAVID PELSTER<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, Canada

<sup>2</sup> Département de sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada

<sup>3</sup> Département d'économie agroalimentaire et des sciences de la consommation, Université Laval, Québec, QC,

<sup>4</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, QC, Canada

[caroline.halde@fsaa.ulaval.ca](mailto:caroline.halde@fsaa.ulaval.ca)

**Mots clés :** culture de couverture, intercalaire, corridor solaire, santé des sols, protoxyde d'azote.

## Introduction

Le système de culture en corridors solaires est un système de production innovant dans lequel les entre-rangs sont élargis pour optimiser la réception de la lumière par les plantes (Kremer et Deichman 2014). Ces entre-rangs plus larges peuvent être combinés à l'utilisation de cultures de couverture intercalaires pour optimiser l'utilisation du rayonnement solaire et augmenter la diversité végétale à l'échelle du champ. Les producteurs de grains du Québec ont démontré un intérêt pour ce nouveau système qui pourrait améliorer la santé des sols, tout en maintenant les rendements des cultures. L'objectif était d'évaluer l'effet de l'espacement des entre-rangs et des cultures de couverture intercalaires sur la santé des sols, les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et les rendements en grandes cultures.

## Méthodologie

Une expérience au champ d'une durée de 3 ans a été menée en 2021 (maïs-grain, *Zea mays* L.), 2022 (maïs-grain) et 2023 (soya, *Glycine max* [L.] Merr.) dans des sols de deux textures contrastées (loam sableux de la série Saint-Antoine et loam argileux de la série Joly) à la Station agronomique de recherche de l'Université Laval à Saint-Augustin-de-Desmaures, QC, Canada. Les unités expérimentales ont été disposées selon un dispositif en tiroirs, avec quatre blocs. Le facteur principal était l'espacement des entre-rangs, où était comparé l'espacement conventionnel (largeur de 30 pouces = 76 cm) à un système de corridors solaires (largeur de 60 pouces = 152 cm). Le facteur secondaire était les traitements de cultures de couverture intercalaires, avec trois niveaux : un semis pur de ray-grass annuel (*Lolium multiflorum* Lam.), un mélange multiespèces et un témoin sans culture de couverture. Les indicateurs physiques, biologiques et chimiques de la santé du sol (0-10 cm) ainsi que les rendements en maïs-grain ont été mesurés aux automnes 2021 et 2022. Les émissions de gaz à effet de serre ont été mesurées de mai à octobre 2022.

## Résultats

La respiration potentielle du sol et les teneurs en N labile et en matière organique étaient plus élevées dans le système de corridors solaires que dans l'espacement conventionnel des rangs, quels que soient les traitements de culture de couverture, les années et les textures du sol. La stabilité des agrégats du sol était plus élevée dans le système de corridors solaires que dans l'espacement des rangs conventionnel uniquement en 2022. Aucune différence dans le carbone actif et les indicateurs chimiques de la santé du sol n'a été observée entre les différents espacements des entre-rangs et les cultures de couverture. Les émissions cumulées de N<sub>2</sub>O étaient plus élevées dans le système de corridors solaires (3,76 ± 0,79 kg N ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>) que dans l'espacement conventionnel (2,49 ± 0,52 kg N ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>). En 2021 et 2022, les rendements du maïs (à 15 % hum.) ont été plus faibles dans le système de corridors solaires (8,6 Mg ha<sup>-1</sup>) que dans l'espacement conventionnel (10,1 Mg ha<sup>-1</sup>).

## Conclusions

Les résultats préliminaires montrent que le système de corridors solaires est bénéfique pour la santé des sols, mais émet plus de N<sub>2</sub>O que les systèmes à espacement conventionnel. Une analyse technicoéconomique prévue à l'automne 2023 permettra de déterminer si ce système innovant est rentable pour les agriculteurs, malgré leurs rendements moins élevés.

## Références

Kremer, R.J., and Deichman, C.L. 2014. Introduction: The solar corridor concept. *Agronomy Journal*. **106**(5), 1817-1819. doi : 10.2134/agronj14.0291

# **Delineating site specific management zones using soil apparent electrical conductivity to improve nitrogen management**

BILAL JAVED<sup>1,2</sup>, ATHYNA N. CAMBOURIS<sup>1</sup>, MARC DUCHEMIN<sup>1</sup>, NOURA ZIADI<sup>1</sup>, ANTOINE KARAM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Quebec Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 2560 Hochelaga Blvd., Quebec City, QC G1V 2J3, Canada

<sup>2</sup> Dept. of Soils and Agri-Food Engineering, Paul-Comtois Bldg., Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6, Canada  
[bilal.javed@agr.gc.ca](mailto:bilal.javed@agr.gc.ca)

**Keywords:** Precision agriculture, Geographic information system (GIS), proximal soil sensor, ContaiN

Spatial variability in various soil properties exists within field which directly affects crop management practices. Crop production without considering within field spatial variation leads to uneven utilization of farm inputs results in yield reduction and ground water pollution due to excess fertilizer use. Therefore, accounting field spatial variability through the delineation of the subfield regions with similar characteristics might be helpful to avoid excess utilization of farm inputs specially nitrogen (N) fertilizer to enhance overall productivity of the farm and minimize environmental concerns. Herein, we hypothesis that use of yield monitor, topography and soil apparent electrical conductivity (ECa) data could be viable approach to delineate soil management zones (MZs) in order to better utilization of N fertilizer in pedo climatic conditions of Prince Edward Island (PEI).

To test this hypothesis, two different potato commercial fields were selected in Kensington, PEI. These two fields (OC 2020 & OC 2021) were subjected to VERIS-3100 (soil proximal sensor) operation in 2019 to collect ECa data points at two different depths: (0-30 cm) as shallow ECaS and (0-100 cm) as deep ECaD and elevation. The data was collected alongside with the transects spaced approximately 10-m apart using VERIS-3100 with an average density of 300-400 measurements ha<sup>-1</sup>. A GPS receiver was used to georeferenced these data points. The ECa and topography data was later combined with previous data points measurement from yield monitor data and then processed with GIS software using “Geostatistical Wizard” tool to produce MZs maps. Effect of MZs delineated in three groups in each field were then tested against two treatments (uniform and variable N rate application (VRA) of nitrogen fertilizer) and replicated four times. For N treatments in both fields, uniform application was done using ContaiN (a slow release) at pre-planting and rest of the N fertilizer was applied at planting with urea fertilizer whereas variable rate application was done with ContaiN by considering MZs and rest of the dose was applied using urea at planting stage.

In addition, intensive soil sampling was performed in each field to assess the spatial variability of soil characteristics within the field. The soil samples were collected from 0 – 15 cm within a 25 x 25 m sampling grid and were analyzed for soil physical (sand, silt and clay) and chemical properties (pH, total N & C, P, K). Data from intensive soil sampling were used to obtain statistical information regarding spatial variation among different soil properties and to develop a correlation matrix between soil properties, MZs and N treatments. The initial study results indicated that ECa and topography data in combination with previous yield monitor data was useful in the delineation of MZs and exhibited 22% in OC 2020 and 8% in OC 2021 more potato yield in highly productive zone then low productive zone. Similarly variable N application rate had significant effect on yield for both fields. The initial findings of this study suggest that delineated MZs and variable N rate application in combination with intensive soil sampling data could be useful approach to reduce within field spatial variability and can increase potato yield.

# Le microbiome des sols agricoles du Québec: Une nouvelle base de données de référence pour améliorer l'évaluation de la qualité des sols

THOMAS JEANNE<sup>1,2</sup>, RICHARD HOGUE<sup>1</sup>, ELMER IQUIRA<sup>1</sup>, JOËL D'ASTOUS-PAGÉ<sup>1</sup>, ARNAUD DROIT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, Canada

<sup>2</sup> Centre de recherche du CHU de Québec-Université Laval, Québec, QC, Canada

[thomas.jeanne@irda.qc.ca](mailto:thomas.jeanne@irda.qc.ca)

La santé des sols agricoles est un enjeu sociétal important, car il est primordial de préserver cette ressource tout en relevant des défis de productivité agricole et de réduction de l'impact des activités agricoles sur les émissions de gaz à effet de serre. Les pratiques agricoles peuvent perturber l'état de santé des sols et causer des problématiques d'érosion, de compaction ou de perte de diversité, et plus globalement, de productivité. La biologie des sols est une composante essentielle de la santé des sols, et il est possible d'évaluer la diversité de son microbiome par des approches de séquençage à haut débit. Le microbiome des sols agricoles est relativement stable dans l'espace et au cours d'une saison agricole, mais suffisamment variable pour refléter les effets des pratiques culturales. L'analyse du microbiome complète la définition d'indicateurs biologiques plus globaux tels que la respiration microbienne ou le carbone actif.

Dans le cadre de l'évaluation de l'état de santé des sols agricoles au Québec menée par le MAPAQ et l'IRDA, nous avons caractérisé le microbiome de près de 2400 sols de l'horizon Ap lors de la phase 1. Nous avons comparé la diversité des procaryotes, des champignons et des protistes entre des sites cultivés ou non cultivés pour 41 séries de sols assemblées dans 18 groupes pédologiques au Québec. Pour chacune des communautés microbiennes, nous avons déterminé les indices de richesse de Shannon et de Pielou, le ratio bactéries/champignons, comparé la composition microbienne globale par ordination PCoA et évalué le potentiel fonctionnel associé au métabolisme de l'azote.

Nos résultats montrent que les effets de l'agriculture sur le microbiome des sols diffèrent selon le type de matériel parental. De plus, la composition procaryotique est moins affectée par l'agriculture que la composition fongique. Ces comportements sont accentués à l'échelle du groupe de séries de sols et peuvent être confirmés par régression linéaire en mesurant les effets des covariables sur le microbiome des sols.

Toutes les données de ce projet ont été structurées dans une base de données non relationnelle EESSAQ-Microbiome, et une application PowerBI permet d'interroger la BD et de visualiser les résultats des requêtes. Ces données peuvent être utilisées pour créer des références qui permettront d'améliorer l'interprétation des données observées dans des champs agricoles et des dispositifs expérimentaux. Ces données pourront aussi servir à développer de nouveaux modèles prédictifs. D'ici fin 2024, le microbiome de 1400 sols de l'étude EESSAQ sera caractérisé lors de la phase 2, ce qui finalisera la plus importante base de données de microbiome de sols agricoles au Québec.

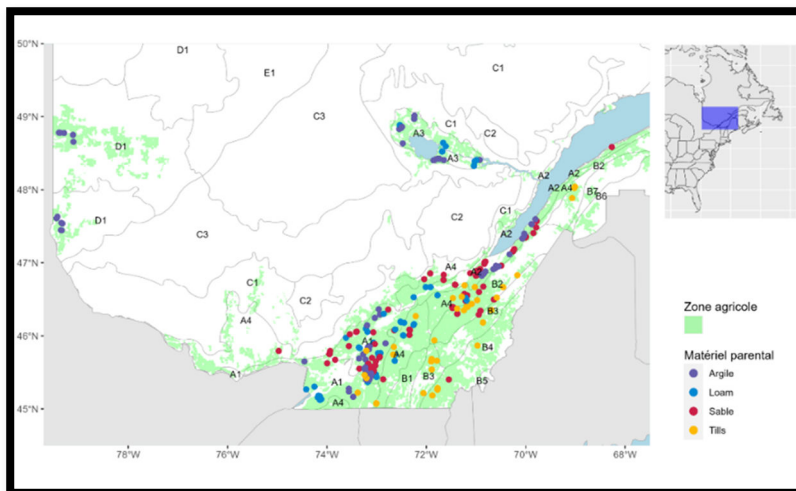


Figure 1. Disposition des sites échantillonnés pour la caractérisation du microbiome des sols en Phase 1.

# Suivi à moyen terme du pH et du PKCaMg des sols de bleuétière à la suite de différentes pratiques culturales

JEAN LAFOND<sup>1</sup>, MAXIME C. PARÉ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche de Québec, Normandin, QC

<sup>2</sup>Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), Saguenay, QC

[jean.lafond@agr.gc.ca](mailto:jean.lafond@agr.gc.ca)

**Mots clés :** *Vaccinium angustifolium* Ait., fumier de volaille, engrais minéral

Peu d'information est disponible sur les effets des pratiques culturales sur les propriétés physicochimiques des sols de bleuétières. Des essais ont été établis en 2016 et en 2017 à la bleuétière d'enseignement et de recherche située à Normandin (QC) afin de suivre les éléments majeurs et le pH dans les couches de sol 0-5 et 5-20 cm. Les échantillons de sol ont été prélevés en septembre de chaque année depuis la mise en place des dispositifs. La durée du cycle de production (deux et trois ans), le type de fauche (mécanique et thermique), l'application de fongicide et la fertilisation (organique et minérale) ont été évalués sur une période de cinq et six ans sur deux sites. La fauche mécanique et thermique sont réalisées à l'automne suivant la récolte aux deux ou trois ans selon les cycles. Le fongicide (Proline™) est appliqué une seule fois à l'année de végétation à la mi-juillet. Le fumier de volaille (Actisol) a été appliqué au printemps de l'année de végétation à une dose de 1000 kg ha<sup>-1</sup> afin d'apporter 50 kg N ha<sup>-1</sup>, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> et 20 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. L'engrais minéral a apporté des quantités similaires. La source d'azote a été le sulfate d'ammonium et la source de potassium, le sulfate de potassium. Le phosphore a été apporté sous la forme de triple superphosphate. Le pH du sol a été déterminé dans l'eau selon un rapport 1:2 et les éléments ont été extraits avec la solution Mehlich 3. La fertilisation minérale a diminué significativement le pH sol en surface, tandis qu'avec l'engrais organique, le pH du sol a également diminué mais de façon beaucoup moins importante. Le pH a également diminué dans la couche de sol 5-20 cm, suggérant qu'une partie du fertilisant azoté a migré. La concentration en P et K du sol a augmenté dans la couche de sol de surface avec les applications d'engrais organique et minéral, créant un enrichissement dans cette couche. Le P a également migré dans la couche de sol 5-20 cm tandis que le K a été peu mobile. La concentration en Ca et Mg du sol a diminué de façon importante avec la fertilisation minérale tandis qu'il y eut un certain enrichissement avec l'engrais organique dans la couche de sol 0-5 cm, qui apportait près de 80 kg ha<sup>-1</sup> de Ca et 6 kg ha<sup>-1</sup> de Mg. Une partie du Ca et Mg provenant de l'engrais organique a migré dans la couche sol 5-20 cm tandis que la disponibilité en Ca et Mg a diminué avec la fertilisation minérale. La durée du cycle de production a eu un certain impact, car il impliquait le nombre d'applications d'engrais différent (deux ou trois) durant cette période de cinq ou six ans. Le type de fauche et le fongicide ont eu peu d'impact sur la disponibilité des nutriments dans le sol et sur le pH.

L'acidification du sol par l'engrais minéral est souhaitable, car le pH optimum pour la croissance se situe sous le 5,5. L'engrais organique a été moins efficace pour faire diminuer le pH du sol, mais demeure dans la zone optimale. Néanmoins, ce sol moins acide pourrait favoriser à plus long terme la présence des mauvaises herbes. Malgré les faibles quantités de P et K appliqué provenant des engrais, des accumulations ont été mesurées, suggérant que les éléments ont été faiblement utilisés par la plante. L'engrais organique est apparu être une bonne source de Ca et Mg, évitant l'appauvrissement du sol qui a été observé avec l'engrais minéral. Des applications de soufre pourraient être combinées à la fertilisation organique pour abaisser le pH du sol tandis que de faibles applications de Ca et Mg combinées avec la fertilisation minérale pourraient être réalisées pour rehausser la disponibilité de ces éléments quoiqu'aucune déficience n'ait été observée.

# L'arrière-effet des cultures et des engrais organiques sur le microbiome et le potentiel fonctionnel du sol

MARY-CATHRINE LEEWIS<sup>1</sup>, JOSEE MICHAUD<sup>1</sup>, EMMANUELLE D'AMOURS<sup>1</sup>, ÉMILIE MAILLARD<sup>1</sup>, MARIE-NOËLLE THIVIERGE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, QC, Canada

[mary-cathrine.leewis@agr.gc.ca](mailto:mary-cathrine.leewis@agr.gc.ca)

**Mots clés :** cultures annuelles, cultures fourragères pérennes, lisier de bovins, fertilisation minérale, santé du sol, écologie microbienne

L'inclusion de plantes pérennes et l'application d'engrais organiques dans les systèmes de rotation des cultures sont des pratiques connues pour avoir un impact sur les propriétés du sol, la productivité des plantes et la biodiversité microbienne. Les micro-organismes jouent un rôle vital dans la médiation d'importants services agroécosystémiques tels que la productivité des plantes, le cycle des nutriments et la régulation des flux de gaz à effet de serre. Il a été démontré précédemment que l'inclusion de plantes pérennes et l'application d'engrais organiques peuvent avoir une influence sur la structure et la fonction de la communauté microbienne du sol. Cependant, les effets combinés de la durée de la phase pérenne dans les rotations, la source d'engrais et la composition des mélanges sur le potentiel fonctionnel de la structure de la communauté microbienne sont encore mal compris.

Le projet de longue durée PERMANENCE compare six rotations de cultures typiques des fermes laitières de l'Est du Canada, sur un cycle de sept ans. Il a été établi en 2016 par Agriculture et Agroalimentaire Canada à la Station agronomique de recherche de l'Université Laval, située à Saint-Augustin-de-Desmaures (Québec). Les six rotations, combinant différentes pratiques de gestion (durée de la phase pérenne dans la rotation [0 à 5 années], composition des espèces de cultures pérennes, source de fertilisation [fertilisation minérale vs lisier de bovins]), étaient répétées quatre fois. Les prairies ont toutes été détruites en fin de saison 2020. Du maïs (2021) et du soya (2022) ont ensuite été semés dans toutes les rotations simultanément. Des sols de surface (0-10 cm) ont été échantillonnés en 2020, 2021 et 2022. En 2021 et 2022, des carottes de sol ont également été collectées jusqu'à une profondeur de 60 cm. Pour caractériser la communauté microbienne dans chacun de ces échantillons de sol, nous avons effectué le séquençage des amplicons du gène bactérien de l'ARNr 16S et de la région ITS fongique. La taille de la communauté bactérienne et fongique a été estimée à l'aide de la qPCR, par amplification des gènes d'ARNr 16S et d'ARNr 28S respectivement. Pour déterminer le potentiel de dénitrification dans ces sols, nous avons quantifié les gènes fonctionnels *nirK*, *nirS* et *nosZI* dans chacun des échantillons de sol collectés. Nos hypothèses étaient que les traitements influenceraient la structure et le potentiel fonctionnel de la communauté microbienne (2020), et que l'arrière-effet des cultures pérennes et des engrais organiques serait encore apparent dans la communauté microbienne même après l'interruption de la phase pérenne des rotations (2020) et le retour à des cultures annuelles (2021 et 2022).

En 2020 (dernière année avec des rotations différentes), la rotation incluant à la fois des plantes fourragères pérennes et l'application de lisier de bovins favorisait une plus grande abondance de bactéries et champignons en surface et une plus grande diversité de la communauté bactérienne comparativement à la rotation de cultures annuelles avec fertilisation minérale. Cette tendance semblait s'observer également sur l'horizon de surface (0-7.5 cm) pour les années 2021 et 2022, alors que toutes les rotations avaient les mêmes cultures. Ces résultats suggèrent que la présence de plantes pérennes, lorsque combinée à une fertilisation de lisier de bovins, présente un arrière-effet sur l'abondance du microbiome et la structure de la communauté microbienne du sol, et qu'il demeure pour les cultures annuelles subséquentes. Le potentiel de dénitrification bactérienne semble également être influencé par la rotation avec les graminées fourragères pérennes et la fertilisation de lisier de bovin, car une plus grande abondance du gène *nosZI* a été observée dans la rotation avec une culture annuelle et fertilisée à l'azote minéral. Ces informations peuvent aider à développer des pratiques de gestion de la production de cultures fourragères plus durables pouvant potentiellement augmenter le stockage à long terme du carbone dans le sol et réduire les émissions de gaz à effet de serre.



# Réponse à court terme d'indicateurs de santé du sol à des pratiques de gestion associées à la production laitière dans l'Est du Canada

ÉMILIE MAILLARD<sup>1</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>1</sup>, ERIN SMITH<sup>2</sup>, KEITH D. FULLER<sup>2</sup>, ANDREW VANDERZAAG<sup>3</sup>, ED GREGORICH<sup>3</sup>, MARIE-ÉLISE SAMSON<sup>4</sup>, DAVID PELSTER<sup>1,3</sup>, DENIS ANGERS<sup>1</sup>, MARIE-NOËLLE THIVIERGE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche et de développement de Québec (AAC), Québec, QC, Canada

<sup>2</sup> Centre de recherche et de développement de Kentville (AAC), Kentville, NS, Canada

<sup>3</sup> Centre de recherche et de développement d'Ottawa (AAC), Ottawa, ON, Canada

<sup>4</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada

[Emilie.Maillard@agr.gc.ca](mailto:Emilie.Maillard@agr.gc.ca)

**Mots clés :** cultures annuelles, cultures fourragères pérennes, lisier de bovins, fertilisation minérale, santé du sol

Dans l'Est du Canada, les fermes laitières consacrent progressivement plus de terres aux cultures annuelles, telles que le maïs et le soya, et moins aux cultures fourragères pérennes. Les cultures fourragères pérennes et l'application d'effluent d'élevage améliorent généralement la santé du sol comparativement aux systèmes annuels et à la fertilisation minérale (Franzluebbers et al. 2014, Rayne and Aula 2020). Cependant, les résultats varient en fonction des conditions pédoclimatiques et du temps écoulé depuis l'implantation des systèmes de culture. De plus, quelques études suggèrent que le lisier de bovins pourrait mieux favoriser l'accumulation de matière organique dans le sol lorsqu'il est appliqué sur des cultures fourragères pérennes plutôt que sur des cultures annuelles (Maillard et al. 2016, D'Amours et al. 2021).

Dans ce contexte, l'objectif de l'étude était de déterminer la réponse à court terme (trois premières années : 2016-2018) d'indicateurs de la santé du sol liés à la matière organique (C et N totaux du sol, C et N dans la matière organique particulaire, C et N dans la biomasse microbienne, stabilité des agrégats) en surface (0-10 cm) suite à l'implantation de différents systèmes de culture sur trois sites différents dans le cadre du projet PERMANENCE : Saint-Augustin (QC), Truro (NS) et Ottawa (ON). À chaque site, quatre systèmes de culture ont été répétés quatre fois : une rotation annuelle sur trois ans (maïs-soya-maïs) recevant (i) une fertilisation minérale ou (ii) du lisier de bovins, un système de cultures fourragères pérennes sur trois ans, composées d'un mélange de fléole des prés (*Phleum pratense* L.) et de fétuque (*Lolium pratense*) recevant (iii) une fertilisation minérale ou (iv) du lisier de bovins.

À Saint-Augustin, une réponse des indicateurs au type de rotation (annuelle vs pérenne) ou à la fertilisation (lisier de bovins vs fertilisation minérale) était généralement observée plus rapidement qu'à Truro ou Ottawa. À Saint-Augustin, les teneurs en C du sol entier et les teneurs en C et N de la biomasse microbienne étaient plus élevées dans les cultures fourragères pérennes que dans les cultures annuelles quelle que soit l'année. À Ottawa, les teneurs en C, N du sol entier et en N de la biomasse microbienne étaient plus élevées dans les cultures fourragères pérennes que dans les cultures annuelles, seulement en 2018. Les différences entre cultures annuelles et pérennes étaient moins apparentes à Truro. À Saint-Augustin, le diamètre moyen des agrégats, les teneurs en C du sol entier et de la matière organique particulaire étaient plus élevées sur les parcelles recevant du lisier comparativement à la fertilisation minérale, quels que soient l'année et le type de rotation. À Ottawa, les teneurs en C, N du sol entier étaient également plus élevées dans les parcelles recevant du lisier, autant dans les annuelles que dans les pérennes, mais seulement en 2018. À Truro, la teneur en C du sol entier était plus élevée avec le lisier de bovins qu'avec la fertilisation minérale en 2018 mais uniquement dans les cultures pérennes fourragères. En résumé, même si la vitesse de réponse des indicateurs variait selon les sites, cette étude a montré que les cultures fourragères pérennes et l'application de fumier liquide peuvent améliorer la santé du sol de surface par rapport aux cultures annuelles et à la fertilisation minérale à court terme (moins de quatre années après le début des pratiques de gestion).

## Références

D'Amours et al. 2021. *Canadian Journal of Soil Science* **101**:378-388 ; Franzluebbers et al. 2014. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **190**:18-26 ; Maillard et al. 2016. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **233**:171-178; Rayne, N., and Aula, L. 2020. *Soil Systems* **4**, 64.

# Optimisation des cultures intercalaires pour la préservation des communautés de champignons mycorhiziens arbusculaires dans les champs de Brassicacées

JACYNTHÉ MASSE<sup>1</sup>, MERLIN CARON<sup>1,2</sup>, PIERRE-LUC CHAGNON<sup>1</sup> ET FRANCK STEFANI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRD Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec

<sup>2</sup> Institut de Recherche en Biologie Végétale, Université de Montréal, Québec

<sup>3</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRD Ottawa, Ontario

[jacynthe.masse@agr.gc.ca](mailto:jacynthe.masse@agr.gc.ca)

**Mots clés :** champignons mycorhiziens arbusculaires, culture intercalaire, Brassicacées, maïs

Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) sont des biotrophes obligatoires qui colonisent les racines d'environ 70 % des plantes vasculaires pour établir une relation mutualiste. Cette connexion entre les racines des plantes et les hyphes mycorhiziens augmente considérablement le volume de sol auquel la plante a accès et lui permet d'atteindre des sources d'eau et de nutriments autrement inaccessibles. Les CMA améliorent également la structure du sol et la résistance des plantes aux insectes, à la sécheresse ainsi qu'aux agents pathogènes du sol. Ils sont donc des acteurs clés contribuant à l'amélioration de la santé des sols. Parmi les 30% de plantes peu ou pas colonisées par les CMA, on retrouve d'importantes cultures horticoles telles que le brocoli (*Brassica oleracea var. italica*) et le chou (*Brassica oleracea var. capitata*). L'absence d'hôte mycotrophe pourrait réduire la densité des populations de CMA dans le sol, et nuire à la colonisation des cultures mycotrophes en rotation. La culture intercalaire avec des plantes compagnes mycotrophes pourrait atténuer ce phénomène. Ici, nous présentons les résultats préliminaires provenant de champs expérimentaux où le chou et le brocoli sont cultivés avec ou sans trèfle blanc (*Trifolium repens L.*) comme culture intercalaire dans l'année 1. Le trèfle a été maintenu sur les parcelles pour la saison de végétation suivante et du maïs sucré (*Zea mays L. convar saccharata*) a été semé sur les mêmes parcelles. Les taux de colonisation des racines par les CMA, la productivité des cultures ainsi que la teneur en éléments nutritifs du sol ont été mesurés au début, au milieu et à la fin des deux saisons de croissance. Étonnamment, les CMA ont colonisé certaines racines de Brassicacées au cours de la première année du projet sans aucun changement dans la productivité des cultures. Cependant, la culture intercalaire a favorisé une colonisation plus rapide du maïs au début de la saison de croissance suivante avec des impacts positifs sur les rendements. Ces résultats préliminaires soutiennent l'hypothèse selon laquelle les cultures intercalaires avec des plantes compagnes mycotrophes peuvent être utilisées pour maintenir soutenir les CMA pendant la culture de plantes non-hôtes, avec des impacts positifs sur les cultures mycotrophes subséquentes et sur la santé des sols en général.

# Évolution de la santé des sols du Québec entre 1990 et 2020

JEAN-BENOIT MATHIEU<sup>1</sup>, MARC-OLIVIER GASSER<sup>1</sup>, EDUARDO CHAVEZ<sup>1</sup>, NYCK R. OCCÉAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, G1P 3W8  
[jean-benoit.mathieu@irda.qc.ca](mailto:jean-benoit.mathieu@irda.qc.ca)

**Mots clés :** Matière organique du sol, Indice de saturation en phosphore, compaction, santé des sols, dégradation des sols.

L'agriculture québécoise a subi d'importants changements dans les dernières décennies, notamment par une intensification des pratiques agricoles et par une diminution des superficies allouées aux plantes pérennes au profit des grandes cultures annuelles, pouvant affecter la santé des sols, selon l'adoption ou non de pratiques de conservation. Afin d'évaluer les effets de l'agriculture récente sur la santé des sols en général, l'*Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec* (EESSAQ) a été menée entre 2017 et 2022 sur 431 sites répartis dans la province, sur 71 séries de sols cultivés, couvrant la grande majorité des zones pédoclimatiques et agricoles de la province (Gasser et al., 2023). Les résultats de cette étude ont été comparés aux données issues d'un précédent inventaire réalisé entre 1987 et 1989 avec une méthodologie similaire (Tabi et al., 1990), en vue d'évaluer l'évolution des principaux indicateurs de santé des sols sur une période de trente ans. Les indicateurs retenus pour fin de comparaison sont la masse volumique apparente (MVA), la macroporosité, la matière organique du sol (MOS), le pH à l'eau, le cuivre et le zinc extraits à la solution Mehlich-3 ainsi que l'indice de saturation en phosphore (ISP), et ont été mesurés à deux profondeurs, soit l'horizon Ap (0-20 cm) et l'horizon B (20-40 cm). Les résultats du rapport 1 de l'EESSAQ présentent l'évolution de 63 sites échantillonnés à la fois en 1990 et dans l'EESSAQ. La différence des moyennes de chaque site entre les deux inventaires a été pondérée par la variance intrasite pour réduire l'effet des données extrêmes. Les résultats ne montrent aucune tendance significative à la compaction et à la détérioration de la structure dans les sols argileux et loameux étudiés, et ce dans les deux horizons diagnostiques. Le pH à l'eau a augmenté de manière significative dans l'horizon B, indiquant qu'il n'y a pas de tendance à l'acidification. Une baisse significative de 0,304% de MOS a été observée dans l'horizon travaillé, et cette tendance a aussi été révélée dans l'horizon B sans toutefois être significative. L'ISP a augmenté dans les deux profondeurs, mais de manière significative seulement dans l'horizon B, avec une augmentation de 0,215%. Le  $Z_{NM-3}$  a aussi augmenté significativement dans les deux horizons, avec une augmentation de 0,443 mg/kg dans l'horizon Ap et 0,30 mg/kg dans l'horizon B, indiquant une tendance à la surfertilisation par les amendements et engrais organiques qui avait été notée en 1990 et qui continue encore à ce jour. Aucune augmentation de  $Cu_{M-3}$  n'a été observée.

Une deuxième analyse a été réalisée sur la base des séries de sols cultivés communes entre les deux inventaires afin de déterminer l'étendue des phénomènes constatés. Les séries de sols ont été regroupées en six groupes de sols argileux, quatre groupes de sols loameux, quatre groupes de sols sableux à squelettiques et cinq groupes de tills (sols issus de dépôts glaciaires). Il se dégage une tendance à une perte de MOS dans l'horizon Ap sur l'ensemble du territoire, une diminution ayant été observée dans tous les groupes, mais n'étant significative que dans trois des dix-neuf groupes. Dans l'horizon B, six groupes ont vu une diminution significative des teneurs en MOS alors que trois groupes ont plutôt vu, au contraire, une augmentation. Les tills sont les sols les plus affectés par ce phénomène, puisque trois des cinq groupes ont une diminution significative en MOS dans au moins un des deux horizons. L'analyse par groupes de séries de sols des autres indicateurs de la condition physique et de la chimie-fertilité sera également présentée pour une meilleure appréciation de l'évolution de la santé des sols depuis ces trente dernières années.

## Références

Gasser, M.-O., Bossé C., Clément, C.C., Bernard, C., Mathieu, J.-B., Tremblay, M.-E. 2023. Rapport 1 de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec : État de santé des principales séries de sols cultivées. Rapport final présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). IRDA. 186 pages.

Tabi M., Tardif, L., Carrier, P., Laflamme, G. et Rompré, M. 1990. Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec. Rapport Synthèse. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Publication no 90-130156. 65 p.

# Développement d'un outil de gestion du bilan de masse du phosphore : application au bassin versant transfrontalier de la Rivière de la Roche

AUBERT MICHAUD<sup>1</sup>, MOHAMED ABOU NIANG<sup>2</sup>, MIREILLE SAWADOGO<sup>2</sup>, COLLINE GOMBAULT<sup>2</sup>, ARIANNE BLAIS-GAGNON<sup>2</sup>

<sup>1</sup> OBV Baie Missisquoi, Bedford, QC

<sup>2</sup> Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC  
[aubert.michaud@obvbm.org](mailto:aubert.michaud@obvbm.org)

**Mots clés :** Phosphore, bassin versant, érosion, ruissellement, modélisation hydrologique.

L'Organisme de bassin versant baie Missisquoi (OBVBM) en collaboration avec l'Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA) ont développé une méthode de production de bilan de masse du phosphore destinée à appuyer les actions concertées des communautés du Québec et du Vermont dans la réduction des apports de phosphore dans la Baie Missisquoi. La gestion du phosphore (P) est ciblée par le projet, dans la mesure où cet élément nutritif est reconnu comme le principal facteur contribuant à l'eutrophisation et l'éclosion des algues bleu-vert dans la baie Missisquoi, qui reçoit en moyenne de 209 tonnes de P par an. Environ 72 T (35%) de cette charge annuelle de P proviennent des portions québécoises du bassin versant de la Baie, alors que 136 T proviennent du territoire Vermontois. Au Québec, une réduction des apports de P à la Baie Missisquoi de 55% est ciblée de façon à rencontrer la concentration ciblée de 25 µg P/L pour les eaux de la Baie.

La réalisation de l'étude financée par le Ministère de l'Environnement et de la Lutte aux Changements Climatiques (MELCC) découle d'une recommandation de la Commission mixte internationale (CMI) dans son «Étude sur les apports en nutriments et leurs impacts sur baie Missisquoi du lac Champlain» publiée en avril 2020. La réalisation d'un bilan de masse de phosphore vise à mieux comprendre la quantité de phosphore qui est exportée vers la baie Missisquoi provenant des activités humaines dans l'ensemble du bassin versant, et soutenir à terme le développement d'une stratégie permettant d'équilibrer importations et exportations de phosphore. L'outil a été développé sur un des quatre principaux sous-bassins versants transfrontaliers qui alimentent la baie Missisquoi, soit le bassin versant de la rivière de la Roche localisé en majeure partie dans la municipalité de Saint-Armand pour sa portion québécoise.

Concrètement, l'étude réalisée à l'échelle du bassin versant transfrontalier de la rivière de la Roche a permis de dresser le portrait actuel des quantités de phosphore apportées sur le territoire du bassin versant, des stocks de P contenus dans les sols et des exportations de P à la rivière. L'outil développé permet par ailleurs de faire le lien et de projeter dans le temps l'évolution du stock de P contenu dans les sols et des émissions de P au cours d'eau qui en découlent, suivant différents scénarios de gestion des apports de P et de pratiques de culture. Parmi les faits saillants de l'étude, retenons que la très grande partie du P apporté pour fertiliser les cultures est retenu dans les sols. Environ 63 T de phosphore sont apportées en moyenne chaque année sur les terres agricoles de la portion québécoise du bassin versant, dont les deux tiers proviennent des fumiers et lisiers, l'autre tiers étant associé aux engrais minéraux. Une faible proportion cependant, soit environ 3,5 T (5,5%) est exportée vers la rivière. C'est que les sols agissent comme une éponge... Le phosphore s'y accumule graduellement, lorsque les apports de P excèdent le prélèvement des cultures. Aussi, faut-il éviter de trop enrichir les sols, car lorsque « l'éponge » est pleine, les risques de pertes de P vers la rivière s'accroissent de façon exponentielle. À l'heure actuelle, environ 17% des sols en culture du bassin versant ont atteint un taux de saturation en phosphore à risque. Considérant un statu quo dans les apports et les pratiques culturales actuelles, les résultats de l'étude indiquent que les stocks de P dans les sols et les charges de P à la rivière sont appelés à s'accroître dans le temps, aux horizons de dix et 30 ans. La simulation de différents scénarios de gestion, notamment la réduction des apports de phosphore liés aux engrais de ferme et l'implantation de pratiques culturales anti-érosives permet cependant de renverser la tendance et de réduire les charges de P à la rivière et plus en aval dans la Baie Missisquoi.

## Référence

Commission mixte internationale. 2020. Étude sur les apports en nutriments et leurs impacts sur la baie Missisquoi du lac Champlain et le lac Memphrémagog. <https://ijc.org/fr/lclm/etude-sur-les-apports-en-nutriments-et-leurs-impacts-sur-la-baie-missisquoi-du-lac-champlain>

# Influence de la santé des sols sur la productivité et la réponse des cultures aux engrais

NYCK R. OCCÉAN<sup>1</sup>, MARC-OLIVIER GASSER<sup>1</sup>, JEAN-BENOIT MATHIEU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IRDA, 2700, rue Einstein, Québec (QC) G1P 3W8  
[nyck.ro@irda.qc.ca](mailto:nyck.ro@irda.qc.ca)

**Mots clés :** santé des sols, productivité des cultures, réponse aux engrais, maïs, prairies de graminées.

La productivité des cultures dépend de la régie des producteurs et surtout du climat et de la santé du sol. Les agriculteurs ont tendance à prioriser la fertilisation et négliger l'importance de la santé du sol et de son interaction avec le climat. Cette étude visait à évaluer comment la réponse de cultures nitrophiles à des apports d'engrais azotés est influencée par différents indicateurs de l'état de santé du sol. Des essais ont été conduits sur 107 sites (41 en maïs et 66 en prairies de graminées) qui ont fait l'objet d'une caractérisation intensive dans le cadre de l'Étude de l'état de santé des sols agricoles du Québec (EESSAQ) (Gasser et al., 2023) sur les quatre points d'échantillonnage avec 4 blocs de traitement par sites. Pour les essais en maïs, trois niveaux de fertilisation ont été comparés: 1) témoin sans engrais N; 2) engrais de démarrage seulement; 3) engrais de démarrage et en post levée. Dans les essais en prairies, deux niveaux de fertilisation ont été comparés : 1) témoin sans engrais N; 2) traitement fertilisé selon les recommandations du GREF (CRAAQ, 2010) et le nombre de coupes. Les sols ont été échantillonnés au printemps pour les analyses de chimie-fertilité et de N minéral. Les teneurs du sol en N-NO<sub>3</sub> en post levée ont été évaluées au stade V6 du maïs et l'indice de nutrition azotée (INA) dans le feuillage au stade V12. Les données ont été analysées par corrélation canonique. Deux variables de réponse ont été considérées: la différence entre les rendements à pleine dose et rendement témoin, considéré comme la réponse aux engrais (RAE), et le rendement témoin (RT). Les variables explicatives sont les indicateurs de santé des sols mesurés dans l'EESSAQ et au printemps de l'essai, le N-NO<sub>3</sub> au stade V6 du maïs, l'INA, ainsi que deux variables climatiques, soit les unités thermiques maïs (UTM) et le bilan hydrique.

Dans le maïs, le RT est surtout affecté par les UTM ( $R^2=0,31$ ), la proportion des agrégats inférieurs à 1mm, la respiration microbienne ( $R^2=0,21$ ) et le Zn extrait au Mehlich-3 ( $R^2=0,25$ ). La RAE est surtout liée aux UTM ( $R^2=0,26$ ), la proportion des agrégats de 0,25 à 0,5 mm, les teneurs en Mn<sub>M3</sub> ( $R^2=-0,28$ ) et en P<sub>M3</sub> ( $R^2=0,20$ ). Les effets de la respiration microbienne et la proportion des agrégats sont plus importants dans les sols sableux à squelettiques ( $R^2=0,65$  sur le RT et  $R^2=-0,68$  sur le REA). Le Mn<sub>M3</sub> a une corrélation négative avec la RAE qui est plus importante dans les sols argileux ( $R^2=-0,50$ ). Dans les prairies de graminées, le RT est surtout lié au contenu en argile ( $R^2=0,32$ ), à la masse volumique apparente ( $R^2=0,26$ ), à la capacité en eau relative ( $R^2=0,24$ ), au diamètre moyen pondéré des agrégats ( $R^2=0,26$ ), au dégagement de CO<sub>2</sub> ( $R^2=-0,23$ ), à la teneur en N-NO<sub>3</sub> au printemps ( $R^2=0,33$ ), au pH SMP, ainsi qu'aux teneurs en P, K, Mg, Na, B, Al et Fe<sub>M3</sub> ( $R^2=-0,31$ ). La RAE est très peu liée aux conditions pédoclimatiques. Les teneurs en argile, en N-NO<sub>3</sub> et en éléments P, K, Cu<sub>M3</sub> et le pH SMP sont positivement corrélées au RT plus souvent dans les sols sableux. Les données analysées démontrent que les conditions pédoclimatiques affectent beaucoup plus le RT que la RAE. Les UTM sont plus liées au RT du maïs tandis que les conditions de chimie-fertilité du sol affectent plus le RT des prairies. Les teneurs en N-NO<sub>3</sub> du sol au printemps et en post levée dans le maïs sont des indicateurs plus reliés à la RAE que l'INA, mais la relation est différente selon les types de sols. Les relations obtenues dans le cadre de cette étude permettent mieux de prédire le RT que la RAE.

## Références

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. Guide de référence en fertilisation. 2e édition. 473 pages.

Gasser, M.-O., Bossé C., Clément, C.C., Bernard, C., Mathieu, J.-B., Tremblay, M.-E. 2023. Rapport 1 de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec : État de santé des principales séries de sols cultivées. Rapport final présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ). IRDA. 186 pages.

# La texture du sol explique ses pertes de C et N causées par la récolte des arbres en entier en forêt boréale

ROCK OUIMET<sup>1</sup>, NATHALIE KORBOULEWSKY<sup>2</sup>, ISABELLE BILGER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Direction de la recherche forestière, MRNF, Complexe scientifique, Québec, QC G1P 3W8

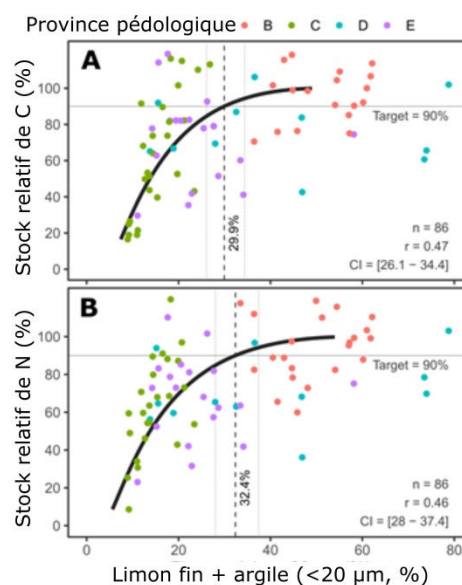
<sup>2</sup> INRAE – UR Écosystèmes forestiers, Domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson, France  
[rock.ouimet@mffp.gouv.qc.ca](mailto:rock.ouimet@mffp.gouv.qc.ca)

**Mots clés :** sols de la forêt boréale; carbone; drainage; matière organique associée aux minéraux; azote; particules fines du sol; récolte de biomasse résiduelle

L'utilisation de la biomasse forestière pour produire de l'énergie représente un moyen de réduire la consommation de combustibles fossiles et d'atténuer le réchauffement climatique. Cependant, l'impact de ces pratiques sur les sols à long terme n'est pas bien connu. Nous avons revisité des parcelles forestières ayant fait l'objet d'une récolte par arbre entier (RAA, n = 86) ou du tronc seul (RTS, n = 110) il y a 30 ans dans la forêt boréale du Québec. L'objectif de la présente étude était de trouver les propriétés du sol qui pourraient expliquer les stocks plus faibles de C et de N dans les sites soumis à la RAA par rapport à la RTS après 30 ans.

Comparativement à la RTS, les stocks inférieurs de C et de N du sol attribuables à la RAA sont apparus lorsque la teneur en particules du sol <20 µm était inférieure à 30 % (Figure 1). La séparation théorique de la matière organique du sol en deux fractions en fonction de la teneur en particules du sol <20 µm - une fraction récalcitrante et une fraction labile - pouvait expliquer le patron observé des différences de C et N du sol entre la RAA et la RTS. Des conditions de drainage du sol imparfaites ou médiocres ont également été associées à des stocks en C et en N plus faibles après 30 ans dans les sites traités par RAA que dans ceux traités par RTS. Limiter la récolte de biomasse supplémentaire sur ces sites permettrait de préserver le carbone et l'azote du sol des pertes potentielles.

Figure 1. Relation entre la teneur en particules fines du sol et A) les stocks relatifs de C du sol et B) les stocks relatifs de N du sol (profondeur du sol de 0 à 60 cm) après la récolte par arbres entiers (RAA) par rapport à la moyenne des sites récoltés par troncs seuls, RTS) par province pédologique. La ligne verticale en pointillé représente la teneur estimée en particules fines (et ses intervalles de confiance (CI) à 95 %) requise pour atteindre 90 % des stocks relatifs de C et de N dans le sol des RTC après la RAA, valeur estimée à l'aide de la courbe d'étalonnage arsine-log ; r est la racine carrée de la proportion de variation expliquée par la courbe. Provinces pédologiques : B : Appalaches ; C : Laurentides ; D : Basses-terres de l'Abitibi et de la Baie James ; E : Hautes-terres de Mistassini. Courbes : stocks C relatifs du sol =  $100(\sin(-0.776 + 0.596 \ln(x)))^2$  ; stocks N relatifs du sol =  $100(\sin(-0.637 + 0.543 \ln(x)))^2$ .



## Référence

Ouimet, R.; Korboulevsky, N.; Bilger, I. *Soil texture explains soil Sensitivity to C and N losses from whole-tree harvesting in the boreal forest*. *Soil Syst.* 2023, 7, 39. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7020039>.

# Paillis de plastique utilisé pour produire du maïs à ensilage au Saguenay–Lac-Saint-Jean : nature chimique et étendue d'utilisation

MAXIME C. PARÉ<sup>1</sup>, RAMZI ZARROUGUI<sup>1</sup>, OLIVIER MORISSETTE<sup>1</sup>, MAXIME BOIVIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi.

<sup>2</sup> Département des sciences humaines et sociales, Université du Québec à Chicoutimi.

[maxime.pare@uqac.ca](mailto:maxime.pare@uqac.ca)

**Mots clés.** maïs; plastique; plastiques; oxo-biodégradable; agroenvironnement

La production du maïs à ensilage dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean est limitée en raison du faible nombre d'unités thermiques maïs (UTM). Pour pallier à cette contrainte, de plus en plus de producteurs utilisent un paillis de plastique translucide dit « oxo-biodégradable », permettant ainsi de devancer la date de semis d'environ une dizaine de jours et de bénéficier d'hybrides plus élevés en UTM. Bien qu'aucune étude à ce jour n'a démontré les avantages agronomiques d'une telle pratique au Saguenay–Lac-Saint-Jean, une étude canadienne réalisée en conditions boréales (Saint-Jean de Terre-Neuve, Canada) a permis de mettre en lumière les nombreux avantages à utiliser un tel paillis, soit l'augmentation des UTM de 9% et des rendements en matières sèches de plus de 15%. D'un point de vue environnemental, l'utilisation de ce type de plastique pourrait causer des problèmes importants en s'accumulant notamment dans les sols, les sédiments, les eaux et les organismes biologiques. À ce jour, il demeure toutefois difficile de statuer sur cette question, car peu d'informations sont disponibles quant à la nature chimique de ce plastique ainsi que sur l'étendue de son utilisation dans la région. En utilisant la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), nous avons analysé puis caractérisé la composition chimique de deux échantillons de paillis de plastique recueillis chez un producteur de la région, à savoir un échantillon neuf n'ayant pas servi et un échantillon ayant subi cinq (5) semaines de décomposition au champ en 2022. En comparant les spectres obtenus avec nos bases de données, les résultats indiquent clairement (correspondances entre 87 et 92%) que le plastique translucide dit « oxo-biodégradable » est en réalité du polyéthylène à faible densité, le polymère plastique le plus produit à l'échelle mondiale, mais dont la biodégradabilité demeure plutôt incertaine. Face à ce constat, nous avons entrepris une deuxième phase à notre étude pour connaître l'étendue de son utilisation aux fils des années dans la région. Pour ce faire, nous avons utilisé des images satellitaires (Sentinel-2 à une résolution de 10m/pixel, Planet) prises annuellement entre le 25 mai et le 15 juin des cinq dernières années (2018-2022) pour délimiter les contours de chacun des champs de la région semés sous cette régie de culture. Entre 2018 et 2022, nos résultats indiquent que les superficies consacrées à cette pratique ont bondi de 47%, passant de 1192 à 1755 ha. Nous avons également constaté que l'utilisation de ce paillis de plastique se concentrait dans certains secteurs et que celui-ci revenait souvent année après année sur les mêmes parcelles, produisant ainsi un risque accru d'accumulation dans les sols et les agroécosystèmes. Aucune étude ne s'est encore intéressée au temps de décomposition de ce paillis sous nos conditions pédoclimatiques ainsi qu'aux effets sur nos agroécosystèmes. Des études sont actuellement en cours afin de vérifier si des particules de polyéthylène s'accumulent dans les cours d'eau ainsi que dans les organismes aquatiques supérieurs. D'autres études devront être entreprises afin de connaître l'influence de cette pratique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Une emphase particulière devra être mise sur la capacité d'infiltration en eau, la stabilité des agrégats ainsi que sur les communautés animales, fongiques et bactériennes des sols agricoles.

## Soil management zone delineation comparison between ISODATA and MZA algorithms

DAVID A. RAMIREZ GONZALEZ<sup>1,2\*</sup>, ATHYNA N. CAMBOURIS<sup>1</sup>, MARC DUCHEMIN<sup>1</sup>, SHELDON HANN<sup>3</sup>, MANPHOOL S. FAGERIA<sup>4</sup>, YVES LECLERC<sup>4</sup>, KAREM CHOKMANI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Quebec Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), 2560 Hochelaga Boul. Québec City, QC, G1V 2J3, Canada

<sup>2</sup> National Institute for Scientific Research (INRS -ETE), 490 Rue de la Couronne, Quebec City, QC, G1K 9A9, Canada

<sup>3</sup> Fredericton Research and Development Centre, AAFC, 850 Lincoln Road, P.O. Box 20280. Fredericton, NB, E3B 4Z7, Canada

<sup>4</sup> McCain Foods (Canada), Florenceville, NB, E7L 1B2, Canada

[David.Andres.Ramirez\\_Gonzalez@inrs.ca](mailto:David.Andres.Ramirez_Gonzalez@inrs.ca)

**Key words:** Precision Agriculture, Spatial Variability, Kappa index, Soil Apparent Electrical Conductivity.

Management zones (MZs) is a precision agriculture approach that identifies within-field homogeneous regions with similar characteristics and is used to control the spatial variability of soil and crop properties. The complex relationships between the soil properties and nutrients make the delimitation process challenging. Plus, many techniques require specialized training in data processing, statistical analysis and geoprocessing, making the adoption of this approach difficult. In response to this problem the main objective of this presentation is to compare the efficiency of two algorithms currently used to delineate MZs with ISODATA procedures in ArcGIS software (ESRI) and Management Zone Analyst procedure (MZA – USDA, a freeware) using a combination of ECa (Apparent Electrical Conductivity) measurements and topography.

Two experimental fields (referred as H4 and B1) were selected located in Florenceville (NB) belong to the McCain Farm of the Future. An intensive soil sampling was done on a grid sampling of 50 m x 50 m. The samples were analyzed for soil texture, pH, total carbon and total nitrogen and all macronutrients was extracted by Mehlich III extractant. In addition, ECa at two depths (0-30 cm & 0-100 cm) and elevation were measured using a VERIS 3100 for each field. Then, MZs were delineated using soil ECa and elevation with the two algorithms.

Efficiency of both algorithms was compared based on the following criteria: user facility, MZ similarity and MZ optimal number determination per field. Soil samples (0-15 cm) were used to characterize the MZs. Descriptive statistics and geostatistics were used to evaluate the soil property spatial variability for each field. Variance reduction and performance indices (Fuzzyness performance index, Normalized classification entropy) were used to identify the optimal number of management zones for the ISODATA and MZA methods respectively. Accuracy, precision and Kappa indexes were used to evaluate the similarity of the delimitation.

The indexes used to evaluate the similarity of the delimitation showed a high level of concordance (>0.9), also the user facility criteria showed that the ISODATA workflow is more complex than the MZA workflow being the main factor the high volume of data generated during the processing. The results of the evaluation showed that both classification methods had a similar performance, then the MZA method can be used as a simpler, cost-effective alternative tool for management zone delimitation.



## Évolution de la biomasse racinaire de prairies pendant les quatre années suivant leur établissement

MARIE-NOËLLE THIVIERGE<sup>1</sup>, CHANTAL LACHANCE<sup>1</sup>, STÉPHANIE HOUDE<sup>2,1</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>1</sup>, ÉMILIE MAILLARD<sup>1</sup>, MOHAMED TAHER KHECHINE<sup>3,1</sup>, MIREILLE THÉRIAULT<sup>1</sup>, CAROLINE HALDE<sup>3</sup>, GILLES BÉLANGER<sup>1</sup>, DENIS ANGERS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, QC

<sup>2</sup> Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec, QC

<sup>3</sup> Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC

[marie-noelle.thivierge@agr.gc.ca](mailto:marie-noelle.thivierge@agr.gc.ca)

**Mots clés :** Plantes pérennes, racines, lisier de bovins, projet PERMANENCE.

Les prairies fournissent de nombreux services écosystémiques, souvent rehaussés lorsque ces plantes pérennes sont maintenues en production au-delà de deux années suivant leur établissement. Les racines jouant un grand rôle dans ces bénéfices, nous avons voulu comprendre comment évolue la biomasse racinaire de plantes fourragères pérennes cultivées en mélanges d'espèces avec différentes sources d'azote, pendant les quatre années suivant leur établissement.

Le projet PERMANENCE, un projet de longue durée mis en place en 2016 par Agriculture et Agroalimentaire Canada à Saint-Augustin-de-Desmaures (46°43'N; 71°30'W) sur une argile limoneuse (41 % argile, 11 % sable, série Tilly), comprend trois rotations à base de plantes fourragères pérennes, établies selon un dispositif en blocs complets aléatoires avec quatre répétitions. Dans ces rotations, des graminées fourragères pérennes [mélange de fléole des prés (*Phleum pratense* L.) et de fétuque élevée (*Schedonorus arundinaceus* Schreb.)] ont été semées en 2016 selon trois traitements: 1) fertilisation à l'azote minéral (nitrate d'ammonium calcique) (GRAM-MIN), 2) fertilisation avec du lisier de bovins laitiers (GRAM-LISIER) et 3) ajout de luzerne (*Medicago sativa* L.) au mélange de graminées sans apport d'azote (GRAM-LUZ). Les rendements fourragers ont été mesurés trois fois par saison, pendant quatre années de production suivant l'établissement. Lors de la 3<sup>e</sup> coupe de chaque année, une séparation des espèces a été effectuée dans GRAM-LUZ afin de déterminer la contribution au rendement de la luzerne. Pour les traitements GRAM-MIN et GRAM-LISIER, un total de 210 kg ha<sup>-1</sup> d'azote disponible a été appliqué chaque année de production (40 % au printemps et 30 % après les 1<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> coupes). En raison de la pandémie, de l'azote minéral a exceptionnellement été appliqué dans le GRAM-LISIER en 4<sup>e</sup> année de production, au lieu du lisier. À la fin des années de production 1, 2 et 4, un échantillonnage des racines (6 carottes de sol par parcelle) a été effectué afin de mesurer la biomasse racinaire et sa distribution selon trois profondeurs de sol (0-15, 15-30 et 30-45 cm). Les racines ont été lavées, séchées et pesées. Une analyse de variance a été réalisée et des comparaisons multiples ont été effectuées à l'aide du test de Tukey.

Pour l'ensemble des traitements et des années, le rendement moyen annuel en fourrage était de 8,2 Mg MS ha<sup>-1</sup>. Malgré une variation interannuelle qui différait d'un traitement à l'autre (interaction traitement × année,  $P < 0,001$ ), il n'y a eu aucune différence significative entre le rendement en fourrage des années de production 1 et 4, et ce pour chacun des traitements. La luzerne représentait respectivement 66 %, 77 %, 62 % et 43 % de la biomasse aérienne du traitement GRAM-LUZ pour les années de production 1, 2, 3 et 4. L'évolution de la biomasse racinaire au cours des quatre années de production a varié selon les traitements (interaction traitements × années), autant pour la biomasse racinaire totale (0-45 cm;  $P = 0,011$ ) que pour celle de la couche de sol de surface (0-15 cm;  $P = 0,010$ ), qui représente à elle seule 79 % de la biomasse racinaire totale. De la 1<sup>e</sup> à la 4<sup>e</sup> année de production, la biomasse racinaire totale a augmenté dans GRAM-MIN (+4,6 Mg MS ha<sup>-1</sup>) et GRAM-LUZ (+7,7 Mg MS ha<sup>-1</sup>), alors qu'elle n'a pas varié dans GRAM-LISIER. Les mêmes effets ont été observés dans la couche de surface du sol. Au-delà de la 2<sup>e</sup> année de production, les biomasses racinaires totales et de la couche de surface ont augmenté seulement dans GRAM-MIN et sont restées stables dans les deux autres traitements. Cependant, dans les couches plus profondes de sol, la biomasse racinaire a augmenté d'environ 40 % dans tous les traitements entre les 2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années de production (15-30 cm, +0,40 Mg MS ha<sup>-1</sup>; 30-45 cm, +0,26 Mg MS ha<sup>-1</sup>). Les racines profondes jouent des rôles importants dans l'absorption d'eau et la séquestration du carbone. En somme, une augmentation de la biomasse racinaire en profondeur est possible au-delà de la 2<sup>e</sup> année suivant l'établissement des plantes fourragères pérennes. Ces résultats suggèrent une prestation augmentée des services écosystémiques rendus par les prairies au-delà de la 2<sup>e</sup> année de production.



**RÉSUMÉS DES AFFICHES**  
(par ordre alphabétique du premier auteur)

---



# Émissions de N<sub>2</sub>O émanant des fertilisants organiques et inorganiques en utilisant des pratiques 4B et d'autres approches de conservation de l'azote dans les fermes du Québec

HICHAM BENSLIM<sup>1,2</sup>, JOANN WHALEN<sup>1</sup>, LOTFI KHIARI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences des Ressources Naturelles, Université McGill Ste Anne De Bellevue, QC

<sup>2</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

[hicham.benslim@mcgill.ca](mailto:hicham.benslim@mcgill.ca)

**Mots clés :** Engrais, azotés, gaz à effet de serre, fumier, lisier.

Au Québec, les engrais azotés sont essentiels à la production d'une culture céréalière riche en protéines et à haut rendement. Toutefois, une concentration élevée d'azote dans le sol agricole est liée aux émissions de protoxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), un gaz à effet de serre puissant qui appauvrit la couche d'ozone. Le secteur agricole doit donc contrôler l'émission directe de ce dernier par les sols, ainsi que son émission indirecte qui se produit lors de la lixiviation des nitrates des champs agricoles dans les écosystèmes en aval. L'objectif global de cette étude est de déterminer laquelle des pratiques 4B, parmi plusieurs approches de conservation de l'azote, sera la plus efficace pour réduire l'émission de N<sub>2</sub>O provenant de matières fertilisantes des fermes québécoises.

Les champs expérimentaux, choisis pour cette étude, comportent des parcelles d'étude de recherche (i.e. 136 parcelles soumises aux pratiques 4B) et des parcelles conçues pour évaluer les émissions de N<sub>2</sub>O bien que les pertes de nitrates par les drains de champs de fermes commerciales. Nous avons sélectionné 6 champs commerciaux qui sont utilisés pour la production de cultures commerciales (recevant de l'urée, du nitrate d'ammonium, et du calcium). Nous sommes aussi intéressés par les champs commerciaux sur lesquels sont employées des pratiques de conservation d'azote, et sommes en contact avec plusieurs fermes de la Montérégie-Ouest qui ont déjà adopté ces pratiques. Entre le 1 avril et le 30 septembre 2021, nous avons effectué plusieurs échantillonnages de N<sub>2</sub>O in situ dans les champs qui suivent les régimes de fertilisation organique et inorganique.

Nous allons présenter les flux du N<sub>2</sub>O mesuré dans les 6 champs des 6 fermes d'où les échantillons des gaz ont été prélevés. Les flux des gaz à effet de serre ont présenté 2 pics où le flux a atteint son maximum durant la saison dernière de 2022. Le premier pic est probablement dû à l'application du fertilisant à l'automne ou au début de printemps. Dans cette région (humide et froide), les activités biologiques ralentissent au cours de la saison d'hiver et s'accroissent quand la température augmente (au début de la saison agricole au Québec). Le deuxième pic s'explique par l'application de l'engrais liquide urée-ammoniac-nitrate (UAN) en post-levée (Stade de V4 à V6) du maïs-grain. Le maximum du flux a été enregistré à deux temps différents dans les 6 champs. Alors que le flux dans deux champs a connu son maximum vers la mi-mai, il a été atteint vers la fin du mois de juin dans les 4 autres champs.

Les résultats obtenus au cours de la saison agricole de 2022 seront confirmés par la répétition des expériences aux champs qui seront poursuivies pendant la saison de croissance de 2023.

## Références

Rochette, P., Angers, D.A., Chantigny, M.H., Gagnon, B, Bertrand, N. 2008; N<sub>2</sub>O fluxes in soils of contrasting textures fertilized with liquid and solid dairy cattle manures. *Can J Soil Sci.* **88**(2), 175–87.

# Effets des méthodes de destruction des cultures de couverture sur la santé des sols et le rendement des cultures maraîchères subséquentes

MICHAËL BRIÈRE<sup>1</sup>, VALÉRIE GRAVEL<sup>2</sup>, ÉMILIE MAILLARD<sup>3</sup>, RICHARD HOGUE<sup>4</sup>, DENIS ANGERS<sup>3</sup>, MARIE-ÉLISE SAMSON<sup>5</sup>, CAROLINE HALDE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, Canada

<sup>2</sup> Department of Plant Science, McGill University, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC, Canada

<sup>3</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, QC, Canada

<sup>4</sup> Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, Québec, QC, Canada

<sup>5</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada

[michael.briere.1@ulaval.ca](mailto:michael.briere.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** culture de couverture, culture maraîchère, agriculture biologique, santé des sols

## Introduction

L'utilisation des cultures de couverture (CC) dans les rotations de légumes procure plusieurs avantages agronomiques. Dans les systèmes de production biologique sur petite et moyenne surface, les CC sont généralement incorporées au sol par un travail de sol. Les CC peuvent toutefois être détruites sans travail de sol soit par occultation ou par roulage. Cependant, peu d'études ont évalué l'impact de ces méthodes de destruction alternatives des CC sur la santé des sols dans les systèmes de production maraîchère intensive. L'objectif de ce projet est de déterminer l'effet de quatre méthodes de destruction des CC et de trois doses de fertilisation organique sur les indicateurs physiques, biologiques et chimiques de santé des sols ainsi que sur les rendements des cultures maraîchères subséquentes.

## Méthodologie

Un essai au champ de deux années (2022-2023) a été mis en place à Saint-Augustin-de-Desmaures, QC, Canada sur un sol loam argileux à argile de la série Joly. Le dispositif expérimental est un plan en tiroirs composé de quatre blocs et comprend deux facteurs. Le facteur principal est la méthode de destruction des CC, avec quatre niveaux : broyées+incorporées, broyées+occultées, roulées et un témoin sans CC. Le facteur secondaire est la dose de fertilisation basée sur les recommandations provinciales en azote, avec trois niveaux : 100 %, 50 % et 0 %. À l'année 1 (2022), l'étude comprenait un mélange de CC de printemps composé d'avoine (*Avena sativa* L.) et de pois fourrager (*Pisum sativum* L.) suivi d'une culture de brocoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Les indicateurs physiques, biologiques et chimiques de santé des sols ont été mesurés à l'automne 2022, pendant la récolte des brocolis, sur une profondeur de 0-10 cm.

## Résultats

La stabilité des agrégats ainsi que les teneurs en carbone actif, azote labile et biomasse microbienne du sol n'ont pas été affectées par les méthodes de destruction des CC. Aucune différence des indicateurs chimiques de santé des sols n'a été observée entre les différents traitements de destruction. Le poids unitaire et le diamètre des têtes de brocoli commercialisables étaient significativement inférieurs dans le traitement de CC roulées comparativement aux autres traitements de destruction. Le traitement de CC roulées a entraîné une réduction de 36 % du poids unitaire des têtes de brocoli par rapport au témoin sans CC, peu importe la dose de fertilisation. Les rendements des traitements de CC broyées+incorporées et broyées+occultées étaient comparables à ceux du témoin sans CC. En diminuant la dose de fertilisation de moitié, les rendements ont diminué de 12 %, quelle que soit la méthode de destruction des CC.

## Conclusion

Au terme des deux années d'essai, les résultats obtenus permettront de déterminer si les méthodes de destruction des CC sans travail de sol maintiennent ou améliorent la santé des sols à court terme dans les systèmes de production maraîchère biologique sur petite et moyenne surface et ont un impact sur le rendement des cultures subséquentes.

# Effets des indicateurs de la santé des sols et du climat sur la productivité de trois cultures

EDUARDO CHAVEZ BENALCAZAR<sup>1</sup>, MARC-OLIVIER GASSER<sup>1</sup>, MICK WU<sup>1</sup>, JEAN-BENOIT MATHIEU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC  
[eduardo.chavez@irda.qc.ca](mailto:eduardo.chavez@irda.qc.ca)

**Mots clés :** Sols minéraux, productivité, santé des sols, climat, Random Forest, maïs-grain, soya, prairie.

Les paramètres de chimie-fertilité des sols sont les principaux indicateurs qu'utilisent les producteurs pour ajuster la fertilisation et atteindre les objectifs de productivité de leurs cultures. Cependant, la disponibilité des nutriments n'est qu'un des aspects de la santé des sols qui affecte la croissance et le développement des plantes et qui définit la productivité des cultures. En fait, les conditions climatiques, la condition physique du sol et l'activité biologique sont autant de facteurs qui affectent la productivité des cultures puisqu'ils régulent les échanges d'air et d'eau et la disponibilité des nutriments comme l'azote et le soufre à partir de la minéralisation de la matière organique.

L'objectif de cette étude était de voir comment les différents indicateurs de la santé des sols des trois horizons pédologiques (Ap1, Ap2 et B) et le climat affectent la productivité des trois principales cultures mesurées dans le cadre de l'EESSAQ (maïs-grain, soya et prairie) dans trois types de sols minéraux (G1, G2 et G3).

Vingt-sept analyses indépendantes (3 cultures x 3 horizons x 3 groupes texturaux) ont été réalisées en intégrant vingt-deux indicateurs de la santé de sols et deux variables climatiques comme variables explicatives et le rendement des trois cultures comme variable de réponse. Ces analyses ont été réalisées en régression multiple avec la technique d'apprentissage machine, de forêts aléatoires « Random forest » avec la librairie *caret* de R. Huit itérations ont été effectuées pour calculer un R<sup>2</sup> moyen sur un jeu de données indépendant.

Les trois modèles dont les R<sup>2</sup> moyens étaient les plus élevés ont été obtenus pour le maïs-grain dans les sols G1 dans l'horizon Ap2 (R<sup>2</sup> = 0,76), pour le soya dans les sols G2 (R<sup>2</sup> = 0,76) et pour le maïs-grain dans les sols G3 dans l'horizon Ap2 (R<sup>2</sup> = 0,58). Parmi les 24 variables étudiées, les cinq variables qui expliquent majoritairement la productivité de ces trois cultures dans les trois types de sols sont : les unités thermiques du maïs-grain (UTM), le bilan hydrique (différence entre la précipitation totale et l'évapotranspiration potentielle), le Fe-M3, le mouvement de sol (mesuré à partir du Cs<sup>137</sup>) et le K-M3. Des variables en lien avec l'état physique et structural des sols comme la macroporosité et l'indicateur visuel de qualité structurale (un indicateur développé par l'IRDA en 2022 pour qualifier la qualité structurale des sols minéraux à partir de l'évaluation de descripteurs pédomorphologique par évaluation visuelle et tactile) ont aussi révélé leur importance surtout dans les horizons Ap1 et Ap2 pour la prairie et le soya dans les trois types des sols.

Les deux variables climatiques sont celles qui expliquent majoritairement les rendements des trois cultures dans les trois types de sols. De forts liens entre le Zn-M3, le Cu-M3, et le Fe-M3 avec la productivité des trois cultures ont été observés dans quelques horizons et types des sols. Ces relations peuvent être expliquées en partie par les grands apports d'engrais de ferme dans certains types de sols.

Malgré le nombre restreint d'observations, cette étude a permis de confirmer l'impact élevé de la chaleur et du bilan hydrique cumulés pendant la saison de croissance, de la perte de sol, l'influence prépondérante des horizons Ap1 et Ap2 par rapport à l'horizon B peu importe le type de sol et culture, et finalement la complémentarité des indicateurs qui qualifient la condition physique des sols (la macroporosité et l'indicateur visuel de qualité structurale) avec certains paramètres liés à la chimie-fertilité du sol.

# Croissance du saule dans un sol riche en éléments traces métalliques amendé par du soufre élémentaire

BOCAR A. DIALLO<sup>1</sup>, ANTOINE KARAM<sup>2</sup>, RAGHAD SOUFAN<sup>2</sup>, AHMED AAJJANE<sup>2</sup>, ALFRED JAOUICH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire LSHI IPR/IFRA de Katibougou, Koulikoro, Mali

<sup>2</sup>ERSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada

<sup>3</sup>Département des sciences de la terre et de l'atmosphère, UQAM, Montréal, QC, Canada

[bocar-allaye.diallo.1@ulaval.ca](mailto:bocar-allaye.diallo.1@ulaval.ca)

**Mots clés :** azote, plomb, phytoremédiation, sol calcaire, amendement

Le soufre (S) est un élément important pour la croissance et le développement des plantes, car il intervient dans de nombreux processus métaboliques. Par ailleurs, il joue un rôle vital dans la réponse des végétaux aux stress métalliques, favorisant la bio-fortification et la phytoremédiation des sols pollués par des éléments traces métalliques (Cao et al., 2023). Un essai cultural a été mené en serre pour évaluer l'effet de S élémentaire (0; 6,25; 12,5; 25,0; 50,0 g S<sup>0</sup>/kg de sol) sur la croissance, le rendement et le prélèvement de S, de plomb (Pb) et d'azote (N) par la biomasse aérienne verte (feuilles + brindilles) du saule (*Salix miyabeana*) cultivé dans un sol développé sur roche-mère calcaire (pH légèrement alcalin) et pollué par des métaux lourds. Les échantillons de sol ont reçu une fertilisation de base (N-P-K). Les traitements ont été répartis au hasard à l'intérieur de trois répétitions, selon le dispositif des blocs avec arrangement factoriel. Les biomasses aériennes vertes ont été récoltées 75 à 340 jours (pour un total de 5 coupes) après la plantation des boutures de saule dans le sol.

D'une manière générale, l'ajout de S<sup>0</sup> a diminué légèrement les valeurs de pH des échantillons du sol en raison du pouvoir tampon du sol élevé. L'apport de S<sup>0</sup> a favorisé l'obtention de haut rendement en biomasse aérienne verte. Les doses croissantes de S<sup>0</sup> ont graduellement augmenté la concentration et le prélèvement de S (concentration x rendement) par la biomasse aérienne sèche. Les concentrations moyennes de S dans la biomasse aérienne verte (S<sub>biomasse</sub>) étaient inférieures à 0,6 % du poids sec. L'effet de S<sup>0</sup> sur le rendement de la biomasse aérienne verte (sur une base sèche) était significatif à chaque récolte. Les résultats de l'analyse de la variance laissent indiquer un effet très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) de l'ajout de S<sup>0</sup> sur la concentration de N dans la biomasse aérienne verte (N<sub>biomasse</sub>). En général, les apports de S<sup>0</sup> ont augmenté la concentration de N<sub>biomasse</sub>. L'interaction doses de S<sup>0</sup> x nombre de coupes sur la concentration de N<sub>biomasse</sub> était hautement significative ( $p < 0,01$ ). La concentration moyenne de N<sub>biomasse</sub> du traitement 50,0 g S<sup>0</sup>/kg de sol était 1,06 fois plus élevée que celle du témoin (sans ajout de S<sup>0</sup>). En outre, les valeurs de S<sub>biomasse</sub> étaient positivement corrélées ( $p < 0,01$ ) avec celles de N<sub>biomasse</sub>, confirmant la relation étroite entre S et N (Coletto et al., 2017). L'équation quadratique s'écrit comme suit :  $N_{biomasse} = 3,8 (S_{biomasse})^2 - 1,5 S_{biomasse} + 2,8$  ( $R^2 = 0,60$ ). Les concentrations de Pb dans la biomasse aérienne verte étaient très faibles (<1 mg/kg) à chaque récolte, peu importe la dose de S<sup>0</sup> ajoutée.

Dans les conditions expérimentales utilisées, les résultats suggèrent que les doses d'amendement soufré permettent de diminuer légèrement le pH du sol tout en optimisant la croissance et le développement du saule dans le sol contenant des carbonates. Les surfaces des carbonates sont capables de sorber les ions Pb<sup>2+</sup> sous forme non labile et peu phytodisponible dans le sol.

## Références

- Coletto, I., de la Peña, M., Rodríguez-Escalante, J. et al. 2017. Leaves play a central role in the adaptation of nitrogen and sulfur metabolism to ammonium nutrition in oilseed rape (*Brassica napus*). *BMC Plant Biology*, **17**, 157.
- Cao, Y., Ma, C., Yu, H. et al. 2023. The role of sulfur nutrition in plant response to metal(loid) stress: Facilitating biofortification and phytoremediation. *Journal of Hazardous Materials*, **443**, Part B, 130283.



# Procédure d'évaluation de la hauteur des plants de pommes de terre à l'aide d'un drone RVB et d'un système d'information géographique (SIG)

MARC DUCHEMIN, ATHYNA N. CAMBOURIS.

Centre de Recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada  
2560 Boul. Hochelaga, Québec, G1V 2J3, Canada  
[marc.duchemin2@agr.gc.ca](mailto:marc.duchemin2@agr.gc.ca)

**Mots clés:** agriculture de précision, drone (UAV), indice de végétation, état azoté des cultures

Le rendement en pommes de terre (*Solanum tuberosum* L.) est associé aux caractéristiques liées à la croissance des plantes mais les méthodologies actuelles pour évaluer ces caractéristiques demeurent laborieuses et chronophages. Le recours aux techniques de télédétection a été suggéré comme une solution possible à ces limitations. Les petits drones, devenus abordables et munis d'un capteur RVB (bandes spectrales Rouge (R), Verte (V), Bleue (B)), permettent une surveillance rapide et flexible des champs agricoles, une visualisation précise des surfaces étudiées et une évaluation des caractéristiques de croissance des plantes à partir d'images géoréférencées à haute résolution spatiale. Les indices de végétation (IV) associés à la lumière visible et les paramètres morphologiques (PM) tels que la hauteur des plants (H), la couverture de la canopée (CC) et le volume de la canopée (VC) peuvent être extraits d'images numériques captées par un drone survolant à basse altitude une culture de pommes de terre. Ainsi, les informations fournies par les IV et les PM peuvent être utilisées pour apprécier l'état azoté des cultures.

L'expérimentation a été menée les 20 et 21 juin 2022 dans un champ de 10 hectares situé à Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier (Québec, Canada), une région agricole reconnue pour sa production de pommes de terre. L'altitude moyenne au sol est de 152 m. Les sols présentent une texture sablonneuse bien drainée (> 85 % de sable). La plantation des tubercules (cultivar *Mountain GM*) a eu lieu le 13 mai 2022 et la récolte a eu lieu le 21 septembre 2022, soit 131 jours après la plantation (JAP=131). Une attention particulière a été portée sur le choix des jours de vol du drone et de collecte des données de terrain afin de minimiser l'interférence visuelle associée à l'humidité du sol et à la présence de mauvaises herbes. De plus, il fallait intervenir avant que les feuilles des plants individuels se recouvrent entre-elles, rendant ainsi difficile la délimitation des plants et l'extraction des PM. Un drone DJI Mini 3 (DJI Group, Ltd. Shenzhen, Chine) muni d'une caméra RVB a été utilisé le 20 juin (JAP=38) pour obtenir des images numériques pendant la phase de croissance. Un GPS intégré au drone a permis d'obtenir la position géographique (longitude, latitude) ainsi que l'altitude (m) du centre des images. Le vol a été effectué dans des conditions météorologiques calmes et sans nuages, entre 11:25 et 11:40, à une altitude de 15 m. À cette altitude, chaque image couvrait une superficie de 206 m<sup>2</sup>. Le taux de recouvrement longitudinal et latéral des prises de vues étant d'environ 85 %, 29 images ont permis de couvrir une superficie de 587 m<sup>2</sup> du champ de 10 hectares. La superficie utilisée pour cette étude était de 247 m<sup>2</sup> et comportait 8 parcelles couvrant 2,73 m<sup>2</sup> chacune. La collecte des données de terrain a été réalisée le 21 juin et consistait à mesurer la hauteur (H) de chacun des plants observés sur une distance de 3 m le long de chacune des 8 parcelles qui composait le dispositif expérimental. Cette hauteur a été obtenue en mesurant la distance entre la base de la tige (au sommet du billon) et l'extrémité de la feuille la plus haute du plant.

Le logiciel Pix4Dfields (Pix4D inc., Prilly, Suisse) a permis d'appliquer des techniques de photogrammétrie (*Structure from Motion*) aux images de drone afin de produire différentes couches d'informations (Orthomosaïque, Modèle numérique d'élévation MNE, indice de végétation TGI). La résolution spatiale (*Groud Sampling Distance*) des images obtenues à partir de Pix4Dfields était d'environ 0,5 cm/pixel. Ces images ont été utilisées par le logiciel ArcGIS (ESRI, Redlands, CA, USA) pour générer des couches d'informations à partir desquelles ont été extraits les paramètres morphologiques des plants (H, CC, VC). Les hauteurs de plants estimées par cette procédure géomatique ont été comparées aux données de hauteurs recueillies *in situ*. Les résultats préliminaires ont montré que la combinaison de l'indice de végétation (TGI) et des paramètres morphologiques (H, CC, VC) obtenus par l'utilisation conjointe du drone DJI Mini 3 et des logiciels Pix4Dfields et ArcGIS constitue une méthode adéquate pour assurer le suivi d'une culture des pommes de terre dans un contexte d'agriculture de précision.

# Les changements climatiques affecteront davantage la teneur en matière organique des sols dans les régions plus froides du Québec

MARC-OLIVIER GASSER<sup>1</sup>, GAËTAN MARTINELLI<sup>2</sup>, TAHMID HUQ EASHER<sup>3</sup>, ASIM BISWAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, QC, G1P 3W8

<sup>2</sup> ITK SAS, Montpellier, France

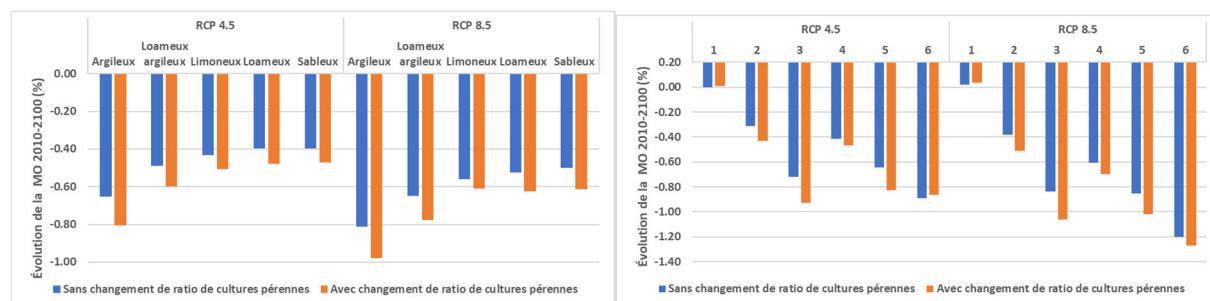
<sup>3</sup> University of Guelph, Guelph, ON, N1G 2W1

[marc-o.gasser@irda.qc.ca](mailto:marc-o.gasser@irda.qc.ca)

**Mots clés :** matière organique, changements climatiques, santé des sols, conservation, dégradation des sols.

Les sols à bon potentiel agricole constituent une ressource limitée au Québec et ils vont connaître une intensification de leur utilisation sous l'effet des changements climatiques. Plusieurs des propriétés liées à la matière organique du sol (MOS) en seront affectées. Pour évaluer ces effets, l'évolution de la MOS et du ratio de cultures pérennes a été modélisée en climat futur à l'échelle du Québec et de l'Ontario avec une approche de substitution de l'espace pour le temps et des techniques d'apprentissage machine. Des analyses de sols d'un laboratoire privé, des données climatiques actuelles et futures fournies par OURANOS, des données d'occupation de sols (zone cultivée et type de culture), ainsi que des données issues du modèle numérique de terrain (MNT) ont été utilisées. Parmi les techniques d'apprentissage machine essayées, le modèle de régression généré avec des forêts d'arbres aléatoires (Random Forest) a été retenu pour réaliser les simulations avec un  $R^2$  de 0,49. Selon les projections, les sols connaîtront en 2100 une diminution plus importante de leur teneur en MOS dans les régions plus froides du Québec. La teneur en MOS étant généralement plus faible dans les sols sableux que dans les sols argileux, le climat futur les affectera différemment selon les régions. La teneur en MOS pourrait diminuer de façon plus importante dans les sols plus argileux des Laurentides, du Témiscamingue et sur le pourtour du Lac-Saint-Jean et dans les sols sableux au nord du Lac-Saint-Jean. Les diminutions de la MOS dans ces régions seraient davantage affectées par le climat que par l'abandon des cultures pérennes. Les différents scénarios d'émissions de GES anticipés (RCP 4.5 et 8.5) auront aussi moins d'effet que le climat et du même ordre de grandeur que l'abandon des cultures pérennes. Les diminutions projetées sur 90 ans (2010 à 2100), de 0,4 à 1,0 % de MOS dans les sols sableux et argileux équivalent respectivement à des pertes annuelles de 0,0026 et 0,006 % C/an soit de l'ordre de grandeur du 0,008 % C/an rapporté par Warren et al. (2020) pour l'Ontario. Rapporté en termes de Mg C/ha en utilisant un horizon de sol de surface de 20 cm de profondeur et une masse volumique apparente de 1,3 g/cm<sup>3</sup>, ces baisses de 0,4 et 1,0 % de MOS équivalent respectivement à des pertes de 6 et 15 Mg C/ha soit des baisses plus faibles, mais dans l'ordre de grandeur des pertes de 20 à 40 Mg C/ha rapportées par Gottschalk et al. (2012) pour la période de 1970-2100 sous l'effet de la déforestation ou conversion en terres arables dans l'Est du Canada. Rapporté sur une base annuelle (90 ans entre 2010 et 2100), les pertes de 0,07 et 0,17 Mg C/ha/an sont plus élevées que les pertes de 0,02 à 0,055 Mg C/ha/an simulées avec le modèle Century dans des régions du sud de l'Ontario et du Québec (Smith et al., 2009). De fait, notre modèle produit aussi des pertes pratiquement nulles en moyenne dans la zone agroclimatique 1 la plus chaude du Québec.

**Évolution moyenne des teneurs en MOS de 2010 à 2100 sous l'effet de 11 modèles climatiques, deux scénarios d'émissions de GES (RCP 4.5 et 8.5), du changement de ratio de cultures pérennes, selon les groupes texturaux (a) ou six zones agroclimatiques (b).**



## Références

Gottschalk, P., Smith, J. U., Wattenbach, et al. (2012). How will organic carbon stocks in mineral soils evolve under future climate? Global projections using RothC for a range of climate change scenarios. *Biogeochemistry*, 9, 411-451. Smith, W., Grant, B., Desjardins, R., Qian, B., Hutchinson, J., & Gameda, S. (2009). Potential impact of climate change on carbon in agricultural soils in Canada 2000–2099. *Climatic Change*, 93, 319-333. Warren, C.J., Saurette, D.D. & Gillespie, A.W. 2020. Soil organic carbon content: decreases partly attributed to dilution by increased depth of cultivation in southern Ontario. *Canadian Journal of Soil Science*, 101(2), 335-338.

# Simulation par une approche participative de l'effet de systèmes agroécologiques sur l'évolution du carbone organique des sols

GUILLAUME JÉGO<sup>1</sup>, SYLVESTRE DELMOTTE<sup>2</sup>, MARIANNE CREPEAU<sup>1</sup>, YASMINA LARBI-YOUCHEF<sup>3</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>1</sup>, BUDONG QIAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRDQ, Québec, QC

<sup>2</sup> Consultant en modélisation participative, Québec, QC

<sup>3</sup> Union des Producteurs Agricoles, Saint-Hyacinthe, QC

<sup>4</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRDO, Ottawa, ON

[guillaume.jego@agr.gc.ca](mailto:guillaume.jego@agr.gc.ca)

**Mots clés :** modélisation, STICS, agroécologie, rotation de cultures, carbone organique.

L'agriculture est au premier rang des activités humaines directement affectées par le changement climatique. En conséquence, les émissions de gaz à effet de serre et la séquestration du carbone sont devenues l'un des nombreux enjeux environnementaux que les agriculteurs sont encouragés à prendre en compte dans leur processus décisionnel. En Montérégie, comme dans la majeure partie des terres cultivées de l'Est du Canada, le carbone organique (Corg) du sol a globalement tendance à diminuer (<https://agriculture.canada.ca/fr/production-agricole/sol-et-terre/indicateur-de-matiere-organique-du-sol>) et certaines études associent cette tendance à la réduction de la proportion des terres cultivées en cultures pérennes au profit de cultures annuelles comme le maïs et le soya. Cependant, dans le cadre du projet du laboratoire vivant du Québec (LL-QC) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, il a été constaté que même des producteurs mettant en place plusieurs bonnes pratiques (ex. cultures de couverture, semis direct) pouvaient voir les teneurs en Corg de leurs sols baisser. Afin d'améliorer notre compréhension de la dynamique actuelle du Corg du sol et d'évaluer les impacts potentiels de différents systèmes de culture agroécologiques, des ateliers de modélisation participative incluant producteurs, conseillers agricoles et chercheurs ont été réalisés.

Plus précisément, plusieurs ateliers ont été organisés avec quatre agriculteurs du LL-QC dans un processus itératif pour (i) confirmer ou questionner avec un modèle sol-culture les tendances de la dynamique du Corg du sol observées grâce à des analyses répétées; (ii) concevoir et simuler l'effet de systèmes de culture agroécologiques alternatifs incluant de meilleures pratiques de gestion visant à améliorer le bilan carbone du sol; (iii) simuler l'effet des changements climatiques sur ces systèmes. Les systèmes de culture agroécologiques testés comprenaient des cultures d'automne, des cultures de couverture, des cultures pérennes, le semis direct et des applications de fumier et de compost.

Les simulations ont été réalisées avec le modèle sol-culture STICS (Beaudoin et al., 2022) qui a été préalablement adapté au contexte pédoclimatique de l'est du Canada (ex. Jégo et al., 2014; Crépeau et al., 2021; Saadi et al., 2022). Les simulations des systèmes de culture actuellement utilisés par les producteurs ont montré que le modèle pouvait reproduire correctement les tendances observées de Corg du sol. Les simulations des rotations agroécologiques alternatives ont montré plusieurs effets positifs des systèmes agroécologiques testés sur la teneur en Corg du sol. Par exemple, l'ajout de cultures de couverture dans une rotation maïs-soya-blé dans un sol limoneux pourrait stabiliser la teneur en Corg autour de 2,4 à 2,6 % au lieu de la voir descendre en dessous de 2,3 % après 30 ans sans cultures de couverture. Les simulations réalisées avec des scénarios de changement climatique ont montré que l'augmentation du taux de minéralisation due à une température plus élevée aurait probablement tendance à diminuer la capacité du sol à stocker du Corg.

Ce travail a fourni des résultats intéressants tant d'un point de vue scientifique qu'opérationnel en aidant à mieux comprendre les limites du modèle et les améliorations à y apporter ainsi qu'en accompagnant les agriculteurs dans le choix des systèmes de culture qui semblent avoir le meilleur potentiel pour améliorer les teneurs en Corg de leurs champs.

## Références

Beaudoin N., et al. eds. 2022. STICS soil-crop model. Conceptual framework, equations and uses, Versailles, Éditions Quæ. Crépeau, M., Jégo, G., Morissette, R., Pattey, E., Morrison, M.J., 2021. Predictions of soybean harvest index evolution and evapotranspiration using STICS crop model. *Agron. J.* 113, 3281-3298. Jégo, G., Chantigny, M., Pattey, E., Bélanger, G., Rochette, P., Vanasse, A., Goyer, C., 2014. Improved snow-cover model for multi-annual simulations with the STICS crop model under cold, humid continental climates. *Agric. For. Meteorol.* 195-196, 38-51. Saadi, S., Pattey, E., Jégo, G., Champagne, C., 2022. Prediction of rainfed corn evapotranspiration and soil moisture using the STICS crop model in eastern Canada. *Field Crops Res.* 287.

# L'incidence du travail du sol sur les émissions d'oxyde nitreux dans les sols agricoles canadiens : une méta-analyse

JEAN-PASCAL MATTEAU<sup>1</sup>, DAVID PELSTER<sup>1</sup>, RICH FARRELL<sup>2</sup>, GUILLERMO HERNANDEZ RAMIREZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agriculture and Agri-Food Canada, Quebec Research and Development Centre, 2560 Blvd Hochelaga, Quebec, QC, G1V 2J3 Canada

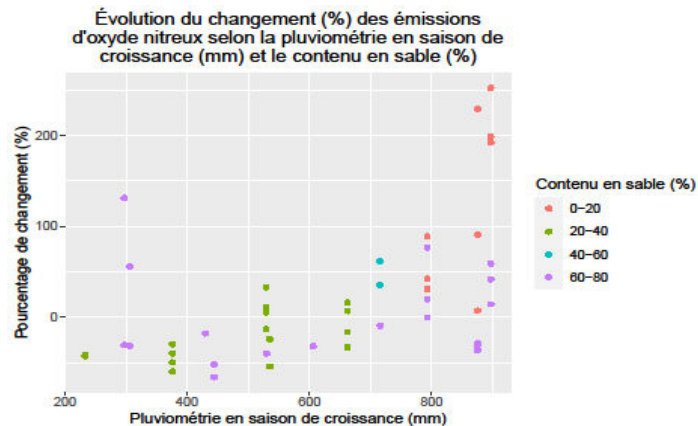
<sup>2</sup> University of Saskatchewan, 51 Campus Drive Saskatoon SK S7N 5A8

<sup>3</sup> University of Alberta, 11223 Saskatchewan Drive NW, Edmonton, AB, T6G 2E3

[jean-pascal.matteau@agr.gc.ca](mailto:jean-pascal.matteau@agr.gc.ca)

**Mots clés :** Semis-direct, Travail réduit, Conservation des sols, N<sub>2</sub>O, Labour conventionnel.

Les sols agricoles canadiens émettent approximativement 25 Mt d'équivalent CO<sub>2</sub> de gaz à effet de serre (GES) par an, ce qui équivaut à environ 3.4% des émissions totales de GES du pays (Canada 2020). Ces émissions, principalement sous forme d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), sont variables selon les contextes pédoclimatiques et les pratiques agricoles, telles que les travaux de sol. Les pratiques du semis-direct et du travail réduit sont reconnus pour favoriser l'augmentation du carbone organique du sol, cependant les études sur les effets du travail du sol sur les émissions de N<sub>2</sub>O montrent des résultats très variables. Mieux comprendre cette dynamique dans le contexte de l'agriculture canadienne est nécessaire. Au Canada, l'effet du travail réduit sur les émissions de N<sub>2</sub>O semble présenter de grande différence entre l'est et l'ouest du pays. Dans l'ouest, la pratique du semis-direct est largement implantée depuis plus de 40 ans. Dans l'est, cette pratique est moins répandue et la quantité de précipitation reçue pendant la saison de croissance est également largement supérieure. Pour répondre à l'incertitude concernant l'influence du travail réduit sur les émissions de N<sub>2</sub>O dans les systèmes agricoles canadiens, nous avons compilé une base de données d'études canadiennes publiées qui compare les émissions de N<sub>2</sub>O entre les systèmes conventionnels et les systèmes de travail réduit ou de semis-direct. Les revues, les méta-analyses, les commentaires, les éditoriaux, les études de modélisation et les études menées exclusivement au laboratoire ont été exclus. Sur la base de ces critères, 15 études ont été sélectionnées pour un total de 84 observations, en raison de la multiplicité des traitements et des années incluses dans les publications individuelles. L'effet du travail réduit sur les émissions de N<sub>2</sub>O a été comparé à celui du labour conventionnel en comparant le ratio de réponse logarithmique naturel (lnRR). Notre objectif était de déterminer comment l'utilisation de systèmes de travail réduit affecte les émissions de N<sub>2</sub>O dans le contexte de l'agriculture canadienne et comment les différentes conditions pédologiques et météorologiques peuvent moduler les émissions de N<sub>2</sub>O au fil du temps. Les résultats préliminaires montrent que d'autres études à long terme (plus de 10 ans) sur l'effet du travail réduit sur les émissions de N<sub>2</sub>O sont nécessaires pour combler le manque de connaissance actuelle. Les résultats montrent également que la réponse des émissions de N<sub>2</sub>O au travail réduit varie selon la proportion de sable et la pluviométrie pendant la saison de croissance.



## Références

Canada, E.a.C.C. 2020. National Inventory Report 1990-2018: Greenhouse gas sources and sinks in Canada. Page 204 in P.I.a.R. Division, ed. Library and Archives Canada, Gatineau, Canada.

# Implications agronomiques de l'intégration de pratiques de conservation dans la culture du maïs grain

AUDREY-KIM MINVILLE<sup>1,2</sup>, NOURA ZIADI<sup>2</sup>, ATHYNA CAMBOURIS<sup>2</sup>, JEAN LAFOND<sup>3</sup>, MARTIN CHANTIGNY<sup>2</sup>, JACYNTHÉ DESSUREAULT-ROMPRÉ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département de sols et de génie agroalimentaire, Université Laval

<sup>2</sup> Centre de recherche et développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada

<sup>3</sup> Centre de recherche et développement de Québec, Normandin, Agriculture et Agroalimentaire Canada  
[audrey-kim.minville.1@laval.ca](mailto:audrey-kim.minville.1@laval.ca)

**Mots clés :** Santé des sols, cycle de l'azote, pratiques de conservation

La détérioration de la santé des sols dans les systèmes grandes cultures a mené à une hausse de l'exportation d'azote (N) hors de l'agrosystème au détriment de la qualité de l'eau et la conservation de la biodiversité (Hudon et al. 2018). L'intégration de pratiques de conservation est donc encouragée, afin de maintenir la productivité et réduire la charge azotée issue des pratiques agricoles intensives pour améliorer la santé des sols. Cependant, il demeure difficile de prévoir l'effet des pratiques de conservation sur le cycle de l'azote. L'objectif de ce projet est d'examiner l'effet du type de gestion (pratiques intensives vs pratiques de conservation) sur la productivité et le risque de perte d'azote vers l'environnement durant la phase de maïs grain (*Zea mays* L.). Trois essais ont été réalisés (2021-2022) sur des fermes localisées sur la Rive-Sud du lac Saint-Pierre. Le premier consistait à implanter des bandes de ray-grass (*Lolium* sp. L.) intercalaires dans un champ n'ayant aucun historique de pratique de conservation. Les deux autres consistaient à comparer deux champs adjacents présentant des caractéristiques de séries de sols similaires mais des pratiques culturales contrastées i.e. une gestion intensive ou des pratiques de conservation telles que les cultures intercalaires et de couverture depuis plus ou moins cinq ans. À l'intérieur de chacun des essais, le suivi de la teneur en azote minéral a été réalisé à quatre stades phénologiques du maïs : V0, V4, V12 et R6. Des résines d'échange anioniques ont aussi été installées entre les stades V4 et V12 pour estimer l'apport quotidien d'azote à la culture. L'indice de nutrition azotée a également été mesuré sur les plants au stade V12, en plus de la teneur en azote de la biomasse aérienne et du rendement à la récolte de maïs grain et de la culture intercalaire. Les résultats préliminaires présentés à la Figure 1 illustrent que l'effet du type de gestion sur la teneur en azote minéral à la récolte varie entre les sites. Il y a une réduction de la teneur en azote davantage en profondeur (0-40 cm) dans le système intégrant des pratiques de conservation depuis plus de cinq ans, alors que l'effet bénéfique des pratiques de conservation est limité à la couche de surface (0-10 cm) dans le système où elles le sont depuis moins de cinq ans. Ces observations confirment la nécessité de creuser davantage et d'étudier quels sont les facteurs expliquant potentiellement les différences entre les réponses aux pratiques de conservation, afin d'en maximiser l'effet bénéfique sur la santé des sols.

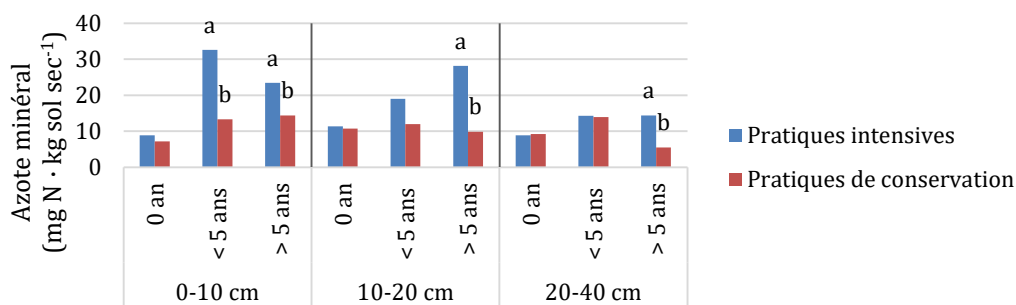


Figure 1. Teneur en azote minéral à la récolte durant la phase en maïs grain. Les lettres minuscules indiquent les différences significatives entre les deux types de gestion au seuil  $\alpha = 0,05$  selon le test de Tukey.

## Références

Hudon, C., Jean, M., et Létourneau, G. (2018). Temporal (1970-2016) changes in human pressures and wetland response in the St. Lawrence River (Québec, Canada). *The Science of the total environment*, 643, 1137-1151

# Changes in soil phosphorus availability in response to dairy manure application and soil moisture regimes

THIDARAT RUPNGAM<sup>1,2</sup>, AIMÉ JEAN MESSIGA<sup>1</sup>, ANTOINE KARAM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agassiz Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 6947 Highway 7, P.O. Box 1000, Agassiz, BC V0M 1A0, Canada

<sup>2</sup> Laval university, 2325 Rue de l'Université, Québec, QC G1V 0A6, Canada  
[thidarat.rupngam@agr.gc.ca](mailto:thidarat.rupngam@agr.gc.ca)

**Keywords:** soluble P; P management; P saturation index; P leached; flooding

Extreme weather events including high precipitations will increase the risk of flooding of agricultural soils with consequences on the dynamics of phosphorus (P). The objective of this study was to assess the effects of soil moisture regimes and dairy slurry on soil P availability and P loss in leachate. A lysimeter experiment using intact soil columns (30-cm high and 26-cm diameter) was conducted in the greenhouse during 210 days. The treatments were two soil moisture regimes (field capacity (FC) and waterlogged (WL)) and four dairy slurry rates (corresponding to 0, 15, 30, 45 kg P ha<sup>-1</sup>) with three replicates. All soil columns were maintained at FC during the first 86 days to allow the establishment of grass. Thereafter, water was added to soil columns corresponding to WL for a total of 124 days. Grass was harvested five times and leachate samples were collected from soil columns at FC after each cut. At the end of the experiment, soil cores were collected and divided into six layers (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, and 25-30 cm). During the first 86 days, there were two grass cuts and P leached was 0 mg across dairy slurry rates. The P leached at the end of the 5<sup>th</sup> cut was 0, 0.3, and 0.2 mg for slurry rates 0, 15, and 30 kg P ha<sup>-1</sup>, respectively. In contrast, it was 0.7 mg for slurry rate 45 kg P ha<sup>-1</sup> with a peak at 0.6 mg after the 3<sup>rd</sup> cut. Water extractable P (P<sub>w</sub>) increased with increasing slurry rates under FC, but remained constant under WL. The P<sub>w</sub> was 12.7 and 8.6 mg kg<sup>-1</sup> under FC and WL, respectively, at 0-5 cm depth. In contrast P<sub>w</sub> was constant under FC and WL at 15-30 cm depth. The Mehlich-3 P (P<sub>M3</sub>) was 210 and 160 mg kg<sup>-1</sup> under FC, but 80 and 140 mg kg<sup>-1</sup> under WL at 0-5 and 25-30 cm depth, respectively. The P saturation index (PSI) was 27 and 17 % under FC, but 13 % under WL at 0-30 cm depth, respectively. The results of P<sub>w</sub>, P<sub>M3</sub>, and PSI indicate that phosphates were dissolved from the soil into the excess water, thus increasing the risk of P loss with runoff under WL soils. We can conclude that the risk of P loss increases with manure application in agricultural lands at risk of flooding following high precipitations.

# Enzyme activity response to dairy slurry application in agricultural soils under waterlogging conditions

THIDARAT RUPNGAM<sup>1,2</sup>, AIMÉ JEAN MESSIGA<sup>1</sup>, ANTOINE KARAM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agassiz Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 6947 Highway 7, P.O. Box 1000, Agassiz, BC V0M 1A0, Canada

<sup>2</sup> Laval university, 2325 Rue de l'Université, Québec, QC G1V 0A6, Canada

[thidarat.rupngam@agr.gc.ca](mailto:thidarat.rupngam@agr.gc.ca)

**Keywords:** enzyme activity; soil health; phosphorus availability; flooding

Enzyme activity and is a key soil health indicator in agricultural lands, but can be altered by management practices and excess soil moisture. The objective of this study was to assess the effects of soil moisture regimes and dairy slurry on selected soil enzymes. A lysimeter experiment using intact soil columns (30-cm high and 26-cm diameter) collected with PVC pipes (40 cm height, 26.3 cm diameter, and 0.5 cm thickness) was conducted in the greenhouse during 210 days. Two soil moisture regimes (field capacity and waterlogged) and four dairy slurry rates (0, 15, 30, 45 kg P ha<sup>-1</sup>) were applied to the soil columns with three replicates for a total of 24 experimental plots. Approximately 5.0g of Italian rye grass (*Lolium multiflorum* L.) was seeded in each soil column. All soil columns were maintained at field capacity during the first 86 days to allow the establishment of grass. Thereafter, water was added to soil columns corresponding to waterlogged moisture regime for a total of 124 days. Grass was harvested five times and leachate samples were collected from the lysimeters in soil columns at field capacity after each grass cut. At the end of the experiment, soil cores (0-30 cm) were collected and divided into six layers (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, and 25-30 cm). The activity of N-acetyl- $\beta$ -glucosaminidase was higher in soils under waterlogged compared to field capacity moisture regime. The activities of  $\beta$ -glucosidase and acid phosphomonoesterase decreased with increasing dairy slurry rates in the topsoil (0-5 cm) of soils under waterlogged moisture regime. Our results show that enzyme activities and P availability were correlated in the topsoil (0-5 cm) under field capacity, but not under waterlogged conditions. We can conclude that the activity of soil enzymes associated with P cycle is altered in agricultural soils subjected to waterlogging conditions triggered by extreme weather events.

# Distance fetch dans un champ de sol organique

ANDRES FELIPE SILVA-DIMATE<sup>1</sup>, ALAIN ROUSSEAU<sup>2</sup>, JEAN CARON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC

<sup>2</sup> Institut Nationale de Recherche scientifique, Québec, QC

[afsid@ulaval.ca](mailto:afsid@ulaval.ca)

**Mots clés** : Fetch, érosion éolienne, sols organiques, flux maximal

Le concept de fetch fait référence à l'augmentation du transport de sédiments en fonction de la distance sur une surface érodable. L'effet fetch, ainsi que de nombreuses caractéristiques de l'érosion éolienne, a été peu étudié dans les sols organiques. L'objectif de cette étude est de trouver le modèle qui représente le mieux la distance de fetch des sédiments transportés par saltation à une hauteur de 10 cm. L'érosion éolienne a été mesurée dans un champ de sol organique dans l'ouest de la Montérégie au printemps 2020. Les mesures d'érosion ont été effectuées à l'aide de 32 échantillonneurs MWAC qui ont recueilli de la poussière érodée à quatre hauteurs différentes. Un événement d'érosion éolienne a été enregistré entre le 10 et le 12 juin 2020, les données de flux de poussière de 10 cm de haut de cet événement ont été utilisées pour modéliser le fetch. Les modèles de Fryrear et Saleh (1996) et le modèle logistique proposé par Guo et al. (2019) ont été ajustés aux données à l'aide d'algorithmes de régression non linéaire dans le module scikit-learn de Python. Les deux modèles présentaient de bons ajustements avec des coefficients de détermination ( $R^2$ ) supérieurs à 0,7. En comparant les deux modèles, le modèle logistique avait un meilleur ajustement avec une valeur  $R^2$  de 0,82, tandis que le  $R^2$  pour le modèle de Fryrear et Saleh était de 0,74. L'erreur absolue moyenne était de 43,32 pour le modèle logistique et de 54,63 pour le modèle de Fryrear et Saleh. Le modèle logistique a trouvé un flux maximal ( $f_{\max}$ ) de 459,9 kg m<sup>-2</sup> et une distance de fetch critique ( $L_{\text{sat}}$ ) de 64 m. Le modèle de Fryrear et Saleh a estimé un  $f_{\max}$  de 441,7 kg m<sup>-2</sup> et une  $L_{\text{sat}}$  de 39,5 m. Les résultats suggèrent que les modèles sous-estiment les valeurs  $f_{\max}$  parce que des flux de plus de 500 kg m<sup>-2</sup> ont été observés sur le terrain. Bien que ces données donnent un aperçu des valeurs de fetch des sols organiques vulnérables à l'érosion éolienne, d'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre les distances de fetch de ces sols.

## Références

Fryrear, D. W., and Saleh, A. 1996. Wind erosion: Field length. *Soil Science* **161**(6), 398-404.

Guo, Z., Li, J., Chang, C., Zou, X., Wang, R., Zhou, N., & Li, Q. 2019. Logistic growth models for describing the fetch effect of aeolian sand transport. *Soil and Tillage Research* **194**, 104306.



# Application de coquilles d'œufs de poules broyées dans un sol anthropisé acide pour la production de biomasse d'avoine

RAGHAD SOUFAN<sup>1</sup>, ANTOINE KARAM<sup>1</sup>, AHMED AAJJANE<sup>1</sup>, DAMASE KHASA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ERSAM, Département des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, QC, Canada

<sup>2</sup> Centre d'étude de la forêt, IBIS, Université Laval, Québec, QC, Canada G1V0A6

[Raghad.soufan.1@ulaval.ca](mailto:Raghad.soufan.1@ulaval.ca)

**Mots clés** : recyclage, sous-produit alimentaire, amendement calcique

Dans le cadre d'une économie circulaire et de développement durable, le recyclage de résidus de coquilles d'œufs de poules (RCOP), considérés comme déchets alimentaires non comestibles (Wijaya et Teo, 2019), devient une solution attrayante qui offre d'importantes possibilités environnementales et économiques pour la valorisation de sols anthropisés acides marginaux. Les sols anthropisés à base de résidus miniers (SARM) que l'on trouve dans les parcs à résidus miniers sulfurés présentent des contraintes chimiques et de fertilité qui peuvent être levées par des apports de matières résiduelles fertilisantes. Grâce à sa richesse en calcium (Ca), les RCOP peuvent constituer un bon engrais organique riche en Ca (Wijaya et Teo, 2019; Anugrah et al. 2021). L'objectif principal de cette expérience menée en serre est d'évaluer l'efficacité de RCOP à neutraliser durablement le pH d'un sol minier anthropisé fortement acide cultivé avec de l'avoine (*Avena sativa* L.) pendant un mois. Les échantillons de SARM ayant servi à former l'échantillon composite proviennent du site minier Aldermac (Rouyn-Noranda, Abitibi-Témiscamingue). Les RCOP proviennent du commerce (restaurant); ils sont rincés à l'eau distillée, séchés à 60°C pendant 48 heures puis finement broyés. Quatre doses de RCOP sont sélectionnées, soit 0% et 20 %, 40 % et 60 % de RCOP pour atteindre des valeurs de pH comprises entre 7,0 et 7,5 en vue de prévenir la réacidification des échantillons de SARM qui ont un réservoir d'acidité potentielle important. L'engrais N-P-K commercial, sous forme soluble, est utilisé pour compléter le besoin de la plante en ces éléments. Chaque traitement est répété trois fois. L'acidité des échantillons de SARM a fortement diminué avec l'augmentation de la quantité de RCOP ajoutée. Les valeurs de pH du substrat sont passées de 3,57 (sans amendement) à 7,11; 7,41 et 7,75 avec les doses de COP 20%, 40% et 60%, respectivement. En diminuant l'acidité des RMA, la présence de RCOP a créé un substrat plus favorable à la croissance de l'avoine qui s'est développée de façon optimale. Le pourcentage de rendement moyen en matière sèche (RMS) de la biomasse aérienne de l'avoine a augmenté avec l'augmentation des doses de RCOP, atteignant 73 % avec la dose la plus élevée. L'analyse de la variance (valeurs de F du modèle d'ANOVA à un seul facteur) a révélé un effet significatif des doses de RCOP sur le pH du substrat ( $p < 0,001$ ), la teneur totale en Ca du substrat ( $p < 0,001$ ), les valeurs de RMS ( $p < 0,001$ ) et la concentration de Ca dans la biomasse aérienne de l'avoine ( $p < 0,01$ ). Dans les conditions expérimentales utilisées, les résultats démontrent que les RCOP ont des propriétés basiques permettant de réduire l'acidité à long terme tout en fournissant du Ca labile et en optimisant la croissance et le développement de l'avoine. Le sol minier anthropisé se prête bien à la croissance et le développement de l'avoine.

## Références

Anugrah, R.D., Rafvenia, Meitayani, and Safahi, L. 2021. The effect of eggshell organic fertilizer on vegetative growth of cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **755**, 012001.

Wijaya, V., and Teo, S. 2019. Evaluation of eggshell as organic fertilizer on sweet basil. *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, **6** (2): 79-86.





